

*Ce rapport exprime les vues collectives d'un groupe international d'experts et
ne représente pas nécessairement les décisions ou la politique officiellement adoptées
par l'Organisation mondiale de la Santé*

OMS, Série de Rapports techniques

846

FLUORURES ET SANTÉ BUCCO-DENTAIRE

Rapport d'un
comité OMS d'experts
sur la santé bucco-dentaire
et l'utilisation des fluorures



Organisation mondiale de la Santé

Genève 1994

Catalogage à la source: Bibliothèque de l'OMS

Comité OMS d'experts sur la santé bucco-dentaire et l'utilisation des fluorures

Fluorures et santé bucco-dentaire : rapport d'un comité OMS d'experts sur la santé bucco-dentaire et l'utilisation des fluorures.

(OMS, Série de rapports techniques ; 846)

1. Fluorures 2. Hygiène buccale I.Titre II.Série

ISBN 92 4 220846 9 (Classification NLM: QV 282)

ISSN 0373-3998

L'Organisation mondiale de la Santé est toujours heureuse de recevoir des demandes d'autorisation de reproduire ou de traduire ses publications, en partie ou intégralement. Les demandes à cet effet et les demandes de renseignements doivent être adressées au Bureau des Publications, Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse, qui se fera un plaisir de fournir les renseignements les plus récents sur tout changement apporté au texte, les nouvelles éditions prévues et les réimpressions et traductions déjà disponibles.

© Organisation mondiale de la Santé, 1994

Les publications de l'Organisation mondiale de la Santé bénéficient de la protection prévue par les dispositions du Protocole N° 2 de la Convention universelle pour la Protection du Droit d'Auteur. Tous droits réservés.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation mondiale de la Santé aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention de firmes et de produits commerciaux n'implique pas que ces firmes et produits commerciaux sont agréés ou recommandés par l'Organisation mondiale de la Santé de préférence à d'autres. Sauf erreur ou omission, une majuscule initiale indique qu'il s'agit d'un nom déposé.

Imprimé en Suisse

94/10039 – Benteli – 4000

Table des matières

1. Introduction	1
2. Les fluorures dans l'environnement	3
2.1 Les fluorures dans la lithosphère	3
2.2 Les fluorures dans l'eau	4
2.3 Les fluorures dans l'air	4
2.4 Les fluorures et la pollution	4
2.5 Les fluorures dans les aliments et les boissons	5
2.6 Usines de dessalement et appareils domestiques de purification de l'eau	6
2.7 Conclusions	6
3. Métabolisme et excrétion des fluorures	7
3.1 Absorption des fluorures	7
3.2 Les fluorures dans le plasma	7
3.3 Distribution dans les tissus	7
3.4 Excrétion des fluorures	8
3.5 Conclusions	9
4. Les fluorures dans les dents et les os	10
4.1 Les fluorures dans les dents	10
4.2 Les fluorures dans les os	11
4.3 Les fluorures et l'ostéoporose	11
4.4 Les fluorures et les fractures de la hanche	12
4.5 Les fluorures et la fluorose du squelette	12
4.6 Les fluorures et l'ostéosarcome	13
4.7 Conclusions	13
5. Marqueurs biologiques de l'exposition aux fluorures	14
5.1 Marqueurs de l'exposition immédiate: urine, plasma, salive	14
5.2 Marqueurs de l'exposition récente: ongles et cheveux	14
5.3 Marqueurs de l'exposition passée: os et dents	15
5.4 La fluorose comme marqueur biologique	15
5.5 Conclusions	16
6. Prévention des caries et fluorose dentaire	16
6.1 Conclusions	17
7. Les fluorures dans l'eau de boisson	17
7.1 Impact sur la population, limites et mise en œuvre	18
7.2 Aspects économiques, santé et sécurité	18
7.3 Aspects juridiques et acceptation du public	19
7.4 Concentration optimale des fluorures dans l'eau de boisson	19
7.5 Défluoration partielle	20
7.6 Fluoration de l'eau et caries des surfaces radiculaires	21
7.7 Conditions d'application	21
7.8 Conclusions	22
8. Sel fluoré	22
8.1 Effet carioprotecteur	22
8.2 Impact sur la population, limites et mise en œuvre	22

8.3	Aspects économiques, santé et sécurité	23
8.4	Aspects juridiques et acceptation du public	24
8.5	Conditions d'application	24
8.6	Conclusions	24
9.	Lait fluoré	25
9.1	Impact sur la population, limites et mise en œuvre	25
9.2	Aspects économiques, santé et sécurité	25
9.3	Conclusions	26
10.	Suppléments fluorés (comprimés et gouttes)	26
10.1	Impact sur la population, limites et mise en œuvre	26
10.2	Aspects économiques, santé et sécurité	27
10.3	Aspects juridiques et acceptation du public	27
10.4	Fluorose dentaire et suppléments fluorés	28
10.5	Posologie	28
10.6	Conclusions	28
11.	Dentifrices fluorés	29
11.1	Concentration en fluorures des dentifrices	30
11.2	Coût des dentifrices fluorés	30
11.3	Dentifrices fluorés pour jeunes enfants	31
11.4	Formulation des dentifrices	31
11.5	Efficacité des dentifrices fluorés contre les caries des surfaces radiculaires	31
11.6	Mode d'emploi des dentifrices fluorés	32
11.7	Conclusions	32
12.	Applications topiques de fluorures	33
12.1	Applications topiques de gels et de solutions de fluorures par des professionnels	33
12.2	Gels fluorés pour auto-application	33
12.3	Vernis fluorés	35
12.4	Fluorures à libération lente	35
12.5	Bains de bouche fluorés	36
12.6	Conclusions	37
13.	Exposition multiple aux fluorures	37
13.1	Conclusions	38
14.	Recommandations	38
	Remerciements	40
	Références	40

Comité OMS d'experts sur la santé bucco-dentaire et l'utilisation des fluorures

Genève, 22–28 novembre 1993

Membres

- Dr Y. de Paiva Buischi, Clinica Buischi, São Paulo, Brésil
- Professeur B. A. Burt, School of Public Health, University of Michigan, Ann Arbor, MI, Etats-Unis d'Amérique (*président*)
- Dr I. Ghandour, Faculté de Dentisterie, Université de Khartoum, Khartoum, Soudan
- Professeur J. J. Murray, Dental School, University of Newcastle, Newcastle-upon-Tyne, Angleterre (*co-rapporteur*)
- Dr D. L. Mwaniki, Centre de recherche médicale, Institut kenyan de recherche médicale, Nairobi, Kenya (*vice-président*)
- Professeur D. O'Mullane, Department of Preventive and Paediatric Dentistry, University Dental School and Hospital, University College, Cork, Irlande (*co-rapporteur*)
- Dr P. Phantumvanit, Faculté de Dentisterie, Université Chulalongkorn, Bangkok, Thaïlande
- Professeur S. H. Y. Wei, Doyen, Faculté de Dentisterie, Université de Hong Kong, Hong Kong

Secrétariat

- Dr D. E. Barmes, Chef, Santé bucco-dentaire, OMS, Genève, Suisse
- Dr J. E. Ciardi, Director, Caries, Nutrition and Fluoride Program, National Institute of Dental Research, National Institutes of Health, Bethesda, MD, Etats-Unis d'Amérique (*conseiller temporaire*)
- Dr T. W. Cutress, Dental Research Unit, Health Research Council, Wellington School of Medicine, University of Otago, Wellington, Nouvelle-Zélande (*conseiller temporaire*)
- Professeur T. M. Marthaler, Département de Dentisterie préventive, Périodontologie et Cariologie, Institut dentaire de l'Université de Zurich, Zurich, Suisse (*conseiller temporaire*)
- Dr G. N. Pakhomov, Dentiste, Santé bucco-dentaire, OMS, Genève, Suisse (*secrétaire*)

1. Introduction

Le Comité OMS d'experts sur la santé bucco-dentaire et l'utilisation des fluorures s'est réuni à Genève du 22 au 28 novembre 1993. Le Dr N. P. Napalkov, Sous-Directeur général, a ouvert la réunion au nom du Directeur général.

La recherche en laboratoire semble indiquer que les fluorures présentent une efficacité carioprotectrice maximale lorsqu'ils sont présents de façon constante en faible quantité dans la cavité buccale. La plaque dentaire constitue un important réservoir de fluorures, bien qu'ils soient présents aussi dans la salive et à la surface des tissus mous, ainsi qu'à la surface de l'émail auquel ils sont liés de façon assez lâche. Les stratégies visant à assurer une exposition régulière de la communauté à de faibles concentrations de fluorures se révèlent supérieures, du point de vue de la prévention des caries, aux applications effectuées par des professionnels, notamment sous forme de gels à forte concentration. Ces applications sont par contre indiquées pour le traitement sélectif des individus sensibles aux caries. Dans un contexte de santé publique, elles ont un rapport coût/efficacité moins favorable et il est plus difficile de cibler les membres de la communauté qui en ont besoin. D'autre part, elles peuvent présenter un danger pour la santé et elles doivent être exécutées à intervalles réguliers pour avoir une efficacité optimale (ce qui en augmente encore le coût).

L'efficacité des fluorures contre la carie tient au fait qu'ils agissent de différentes façons. Lorsqu'ils sont présents dans la plaque dentaire et la salive, ils accélèrent la reminéralisation des lésions de l'émail à leur début, avant que la carie ne se forme. Les fluorures empêchent aussi la glycolyse, processus par lequel les bactéries cariogènes métabolisent les sucres en acides. A des concentrations plus élevées, ils ont une action bactéricide sur les bactéries cariogènes et d'autres micro-organismes. Selon des études récentes, il semble que l'ingestion de fluorures pendant la période de développement des dents rend l'émail plus résistant aux attaques ultérieures par les acides. Cette diversité des effets des fluorures ajoute à leur intérêt pour la prévention des caries.

L'objectif des programmes de santé publique à base communautaire devrait donc être d'appliquer les méthodes les mieux adaptées pour maintenir constamment une faible concentration de fluorures dans le plus grand nombre de bouches possible. Il est amplement prouvé que lorsque cet objectif est atteint, grâce à une exposition à long terme aux fluorures, que ceux-ci soient apportés par l'eau de boisson, le sel, le dentifrice ou par ces diverses sources combinées, on constate une diminution durable du nombre de caries dans la population. De nombreuses études scientifiques démontrent que, dans ces conditions, l'incidence des caries commence à diminuer chez les membres les plus jeunes de la communauté au bout d'environ deux ans. On constate aussi une diminution de l'incidence des caries chez les adultes, mais

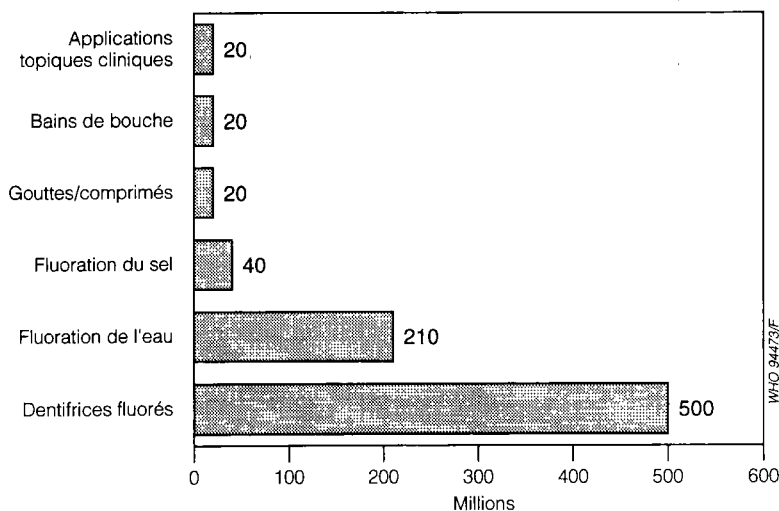
l'accumulation des lésions antérieures fait que l'amélioration n'est pas aussi évidente que chez les enfants.

Cette diminution des caries dans la communauté s'accompagne toutefois de certains effets secondaires indésirables. L'expérience a montré qu'il n'est pas possible d'assurer une prévention efficace des caries à l'aide des fluorures sans observer un certain degré de fluorose dentaire, défaut provoqué par un excès de fluor qui perturbe la formation de l'émail avant l'éruption des dents. Cela signifie que, quelle que soit la méthode choisie pour maintenir une faible concentration de fluor dans la bouche, le résultat s'accompagnera d'un certain degré de fluorose. Les responsables de la santé publique s'efforcent d'obtenir une réduction maximale des caries avec un minimum de fluorose, la priorité relative accordée à chacun de ces effets pouvant varier d'une communauté à l'autre. Il faut aussi noter que la fluorose n'est pas le seul type de défaut observé dans l'émail des dents; certaines opacités inesthétiques peuvent être dues à diverses causes sans rapport avec les fluorures. Une grande expérience du diagnostic est nécessaire pour faire la distinction.

Les fluorures sont largement utilisés à l'échelle mondiale (fig. 1) la plupart du temps avec des résultats très favorables. L'ambition du présent rapport est de rendre cette utilisation encore plus efficace.

Figure 1

Estimation approximative du nombre de personnes bénéficiant de différentes formes de traitement et de prévention des caries par les fluorures dans le monde^a



^a D'après les données de Murray et al., avec l'autorisation des éditeurs (1).

2. Les fluorures dans l'environnement

La présence des fluorures dans l'environnement et leur métabolisme ont été étudiés dans une publication précédente de l'OMS (2) dont s'inspire en partie la présente section.

2.1 Les fluorures dans la lithosphère

Le fluor étant le plus électronégatif de tous les éléments, il ne se rencontre jamais à l'état libre dans la nature. Combiné chimiquement sous forme de fluorures, le fluor est, par ordre de fréquence, le dix-septième élément présent dans le sol et il constitue environ 0,06 à 0,09% de l'écorce terrestre. Dans les roches et les sols, les fluorures se rencontrent dans de très nombreux minéraux, dont la fluorine, la cryolithe, l'apatite, le mica, la hornblende et un certain nombre de pegmatites comme la topaze et la tourmaline. Les roches volcaniques et hypo-abyssales, de même que les gisements de sel d'origine marine, en contiennent des quantités notables – jusqu'à 2500 mg/kg. Certains minéraux ayant une importance commerciale particulière, comme la cryolithe qui sert à la fabrication de l'aluminium et les phosphates utilisés pour la production d'engrais ont une teneur en fluorures qui peut atteindre 4,2% (42 000 mg/kg). Les eaux riches en fluorures se trouvent généralement au pied de montagnes élevées et dans des régions sédimentaires d'origine marine. Comme exemples caractéristiques, on peut citer la zone géographique allant de la République arabe syrienne au Maroc en passant par la Jordanie, l'Égypte, la Jamahiriya arabe libyenne et l'Algérie, ainsi que la Vallée du Rift. Une autre zone va de la Turquie à l'Inde, au nord de la Thaïlande et à la Chine en passant par l'Iraq, la République islamique d'Iran et l'Afghanistan. On observe des zones comparables aux Amériques, ainsi qu'en Chine et au Japon.

Les fluorures sont certes abondants à la surface du globe, mais il ne faut pas oublier que, pour la plupart, ils sont solidement liés à certains minéraux ou autres composés chimiques et, par conséquent, ne sont pas biodisponibles sous leur forme habituelle. La disponibilité des ions fluorures libres dans le sol dépend de la solubilité naturelle du sel en cause, de l'acidité du sol, de la présence d'autres minéraux ou produits chimiques et de la quantité d'eau présente. La concentration des fluorures dans le sol augmente avec la profondeur; dans une étude réalisée aux États-Unis d'Amérique sur 30 sols différents, on a noté des concentrations en ions F^- de 20 à 500 mg/kg entre 0 et 7,5 cm de profondeur et de 20 à 1620 mg/kg à entre 0 et 30 cm. En Idaho et au Tennessee, le sol est exceptionnellement riche en fluorures, avec des concentrations respectives de 3870 mg et 8300 mg de F^- par kg. Dans les régions montagneuses élevées, le sol est habituellement pauvre en fluorures.

2.2 Les fluorures dans l'eau

Par suite de la présence universelle des fluorures dans l'écorce terrestre, l'eau contient toujours des fluorures, à des concentrations variables. La majeure partie de l'eau dont dispose normalement l'homme participe au cycle hydrologique, de sorte qu'elle tire son origine des mers et océans. L'eau de mer contient des quantités appréciables de fluorures, de 0,8 à 1,4 mg/l. L'eau prélevée dans les lacs, les fleuves ou les puits artésiens a une teneur le plus souvent inférieure à 0,5 mg/l, bien qu'on ait observé des concentrations atteignant 95 mg/l en République-Unie de Tanzanie. L'eau emprisonnée dans les sédiments depuis leur dépôt et les eaux thermales associées aux volcans et aux gisements minéraux épithermiques ont en général une concentration en fluorures comprise entre 3 et 6 mg/l. La plus forte concentration qu'on ait jamais observé dans l'eau à l'état naturel l'a été dans le lac Nakuru, situé au Kenya dans la Vallée du Rift, et s'élève à 2800 mg/l. Sur les rives du lac, le sol avait une teneur atteignant 5600 mg/l, tandis que dans les huttes du voisinage, la poussière contenait 150 mg/l.

Les caractéristiques générales d'une formation géologique ne donnent aucune indication sur la concentration en fluorures des eaux souterraines. La répartition des roches qui libèrent facilement des fluorures présente en effet des variations importantes. On a observé qu'au sein d'un même village, les différents puits ont souvent des teneurs en fluorures très inégales qui résultent apparemment de différences dans les conditions hydrogéologiques locales. La teneur en fluorures des eaux souterraines peut varier en raison de la présence de formations contenant cet élément à des profondeurs différentes.

2.3 Les fluorures dans l'air

Les fluorures peuvent aussi être largement distribués dans l'atmosphère. Ils proviennent des poussières de sols riches en fluor, des gaz rejetés par l'industrie, de la combustion de la houille dans les foyers domestiques et des gaz émis par les volcans en activité.

2.4 Les fluorures et la pollution

Les principales sources de pollution sont l'industrie et les mines. La concentration de l'air en fluorures peut atteindre 1,4 mg/m³ dans certaines usines et 0,2 mg/m³ au voisinage de celles-ci. Environ 90% des échantillons d'air prélevés dans une ville industrielle de la République fédérale d'Allemagne en 1955 et 1965 présentaient une teneur en fluorures de 0,5 à 3,8 µg/m³ (3). Dans l'air de zones non industrielles, on a mesuré des teneurs de 0,05 à 1,90 µg/m³. Lorsque des mesures insuffisantes sont prises pour limiter les émissions, on peut s'attendre à

une pollution de l'environnement. C'est ce qui s'est produit par le passé dans les pays industrialisés et c'est ce qui risque de se produire dans les pays en développement qui ont décidé de s'industrialiser, si des mesures rigoureuses ne sont pas prises pour protéger l'environnement.

L'exploitation des mines de phosphates et de fluorine a donné lieu à des problèmes lorsque des poussières chargées de fluorures ont été entraînées par le vent sur de longues distances et se sont déposées sur les plantes, entrant ainsi dans la chaîne alimentaire. L'emploi de pesticides contenant des fluorures peut avoir un effet similaire et l'utilisation de ces produits doit être limitée dans toute la mesure possible. En ce qui concerne le sol et les eaux de surface, les engrais et le déversement des eaux usées industrielles dans les cours d'eau sont des sources importantes de pollution par les fluorures (3).

2.5 Les fluorures dans les aliments et les boissons

Des études poussées concernant les fluorures d'origine alimentaire montrent que leur concentration dans les denrées alimentaires avant transformation est généralement faible (0,1 à 2,5 mg/kg). Toutefois, les aliments dans lesquels des tissus osseux ont été incorporés volontairement ou involontairement peuvent en contenir de fortes quantités. Par exemple, des concentrations de 21 à 761 mg/kg ont été signalées dans des concentrés de protéines de poisson. En outre, des teneurs de 4,2 mg/kg et plus ont été trouvées dans des céréales, des bananes, des pommes de terre et des patates douces au Kenya, au Maroc et en Papouasie-Nouvelle-Guinée.

Les feuilles de thé ont une teneur en fluorures variant de 3,2 à 400 mg/kg, tandis que la boisson elle-même peut en contenir jusqu'à 8,6 mg/l selon la durée de l'infusion, la quantité de feuilles utilisée et la variété. Certaines pratiques culinaires traditionnelles méritent d'être mentionnées; par exemple en Afrique de l'Est, on utilise du carbonate de sodium hydraté (trona) contenant des fluorures pour réduire le temps de cuisson des légumes. Des habitudes semblables ont été signalées chez certaines tribus d'Afrique du Nord. Il ne faut pas oublier que des quantités notables de fluorures peuvent être absorbées par les aliments à partir de l'eau lors de leur préparation.

Dans les pays ayant des programmes à grande échelle de fluoration de l'eau, l'eau fluorée peut être utilisée pour la préparation des aliments dont la teneur en fluorures peut alors se trouver supérieure à celle d'aliments préparés avec de l'eau non fluorée. Cela est particulièrement important en ce qui concerne les aliments pour nourrissons. Il est donc important que les quantités de nutriments, y compris les fluorures, présents dans ces produits soient indiquées sur l'étiquette.

2.6 Usines de dessalement et appareils domestiques de purification de l'eau

Si certaines activités industrielles peuvent accroître la présence des fluorures dans la chaîne alimentaire, d'autres procédés, comme le dessalement, peuvent avoir l'effet inverse. Dans les Etats du Golfe, par exemple, l'eau consommée par de nombreuses collectivités provenait autrefois de forages dont certains présentaient une forte concentration en fluorures. Actuellement, on utilise de l'eau de mer dessalée dont la quasi-totalité des fluorures a été éliminé au cours du traitement. L'emploi de purificateurs domestiques fonctionnant selon le principe de l'osmose inverse a suscité des craintes, car dans certaines conditions de fonctionnement, ils peuvent éliminer les fluorures de l'eau. Ces appareils sont généralement conçus pour éliminer les microorganismes et les matières solubles, plutôt que pour assurer une purification chimique.

Eau en bouteille

Les ventes d'eau en bouteille, généralement soutenues par de vastes campagnes de publicité, ont augmenté de façon spectaculaire dans de nombreux pays au cours des dernières années. La teneur en fluorures de ces eaux est aussi variable que leur origine, de sorte qu'il est difficile de mesurer les apports de fluorures qui en résultent pour la communauté.

Les producteurs d'eau en bouteille devraient être encouragés à indiquer la teneur en éléments minéraux, y compris les fluorures, sur l'étiquette, afin de faciliter le choix des consommateurs. Si la concentration en fluorures est élevée, les autorités chargées de la réglementation pourront alors, le cas échéant, prendre des mesures pour éviter que les enfants ne soient exposés à des quantités excessives. Dans les régions où cette teneur est faible et où il existe une politique de fluoration de l'eau, on pourra envisager l'addition de fluorures aux eaux minérales locales pour en faire profiter les consommateurs.

2.7 Conclusions

1. Dans la plupart des cas, les fluorures sont présents sous la forme de composés chimiques et les quantités d'ions fluorures libres dans le sol et dans l'eau ne sont pas uniformes.
2. Toutes les eaux souterraines contiennent des fluorures à des concentrations variables, mais on peut constater de grandes différences dans un rayon relativement restreint ou selon la profondeur des forages.
3. Les mines non protégées, les activités industrielles, la combustion du charbon, les engrais et les pesticides peuvent entraîner une pollution importante de l'environnement.
4. La teneur en fluorures des aliments et des boissons dépend de façon non négligeable de celle de l'eau ayant servi à les préparer.

3. **Métabolisme et excrétion des fluorures**

Le National Research Council des Etats-Unis d'Amérique a récemment étudié les effets de l'ingestion de fluorures sur la santé (4). Le résumé ci-après se fonde en grande partie sur ses travaux.

3.1 **Absorption des fluorures**

Environ 75 à 90% des fluorures ingérés sont absorbés par la voie digestive. Ils sont mieux absorbés à partir des liquides que des aliments solides. Leur demi-vie avant absorption est d'environ 30 minutes, de sorte que la concentration plasmatique atteint généralement son maximum en 30 à 60 minutes. L'absorption au niveau de la muqueuse buccale est limitée et représente probablement moins de 1% de l'absorption quotidienne totale. L'absorption à travers la paroi stomacale se fait facilement et elle est inversement liée au pH du contenu gastrique; la plus grande partie des fluorures restants sont rapidement absorbés lorsqu'ils atteignent l'intestin. Si le régime alimentaire est riche en calcium et autres cations formant des complexes insolubles avec les fluorures, l'absorption de ces derniers dans le tube digestif peut être réduite.

3.2 **Les fluorures dans le plasma**

Dans le plasma humain, le fluor peut être présent sous deux formes. La forme ionique, détectable avec une électrode spécifique de cet ion, est celle qui intéresse la dentisterie, la médecine et la santé publique. L'ion fluorure ne se lie pas aux protéines, aux autres composants du plasma ou aux tissus mous. La deuxième forme consiste en divers composés fluorés organiques solubles dans les graisses; il s'agit de contaminants ayant pour origine la préparation des aliments ou leur emballage. La concentration de l'ion fluorure dans les tissus mous et durs est directement liée à la quantité absorbée, ce qui n'est pas le cas des composés fluorés organiques.

Lorsque l'eau est la principale source de fluorures, leur concentration plasmatique chez l'adulte jeune ou d'âge moyen en bonne santé, exprimée en micromoles par litre ($\mu\text{mol/l}$), est approximativement égale à la concentration dans l'eau de boisson, exprimée en milligrammes par litre (mg/l). La concentration plasmatique a tendance à augmenter lentement avec l'âge. Le bilan des fluorures chez les nourrissons peut être positif ou négatif pendant les premiers mois de la vie, selon que l'absorption est suffisante ou insuffisante pour maintenir la concentration plasmatique telle qu'elle était à la naissance.

3.3 **Distribution dans les tissus**

Il s'établit un équilibre entre les concentrations de fluorures dans le plasma ou le liquide extracellulaire et leur concentration dans le liquide

intracellulaire de la plupart des tissus mous. La concentration intracellulaire est plus faible, mais elle évolue proportionnellement et simultanément à celle du plasma. Sauf dans les reins, où les fluorures sont concentrés dans les tubules, le rapport de la concentrations tissulaire à la concentration plasmatique est inférieur à 1,0.

Les concentrations en fluorures de différents liquides organiques, comme le fluide gingival, la salive canalaire, la bile et l'urine, sont aussi en équilibre avec la concentration plasmatique. Le mécanisme de la migration transmembranaire des fluorures semble être l'équilibre de diffusion du fluorure d'hydrogène, de sorte que les facteurs qui modifient le gradient de pH transmembranaire ou transépithélial modifient également la répartition des fluorures dans les tissus.

Environ 99% de la masse totale des fluorures présents dans l'organisme est associée aux tissus calcifiés. Environ 50% de la quantité absorbée chaque jour par les adultes jeunes ou d'âge moyen se combine aux tissus calcifiés dans les 24 heures et le reste est excrété dans l'urine. Cette distribution 50:50 ne s'observe pas chez les très jeunes individus, chez lesquels la rétention est beaucoup plus importante, en raison de l'existence d'un réseau relativement lâche de nombreux cristallites osseux en développement, dont la grande surface spécifique facilite le passage des fluorures du plasma vers le squelette. En conséquence, les pics de concentration plasmatique et la surface sous les courbes de concentration en fonction du temps sont directement liés à la quantité absorbée. La répartition 50:50 est probablement modifiée en faveur d'une plus grande excrétion dans les dernières années de la vie, mais cet aspect de la question est moins bien connu.

Les fluorures sont fortement liés à l'apatite et à d'autres formes de phosphate de calcium présentes dans les tissus calcifiés, mais cette liaison n'est pas irréversible. A court terme, les fluorures peuvent être libérés à partir de l'enveloppe d'hydratation et de la surface des cristallites osseux (probablement aussi à partir de la dentine et des cristallites de l'émail en formation) par échange iso-ionique ou hétéro-ionique. A long terme, l'ion fluorure est libéré par le processus normal de remodelage de l'os. On a signalé une augmentation de la concentration sérique des fluorures chez l'homme à la suite de l'administration d'hormone parathyroïdienne et une diminution de cette concentration après administration de calcitonine.

3.4 Excrétion des fluorures

Environ 10 à 25% de l'apport quotidien de fluorures n'est pas absorbé et est excrété dans les fèces. L'élimination se fait presque exclusivement par la voie rénale. Des données recueillies dans les années 40 semblaient indiquer que la quantité excrétée dans la sueur par temps chaud et humide pouvait presque égaler celle excrétée dans l'urine. Toutefois, des données

plus récentes, obtenues avec des moyens d'analyse modernes, montrent que la concentration des fluorures dans la sueur est très faible, du même ordre que les concentrations plasmatiques (environ 1-3 $\mu\text{mol/l}$). La contribution quantitative de la sueur à l'excrétion des fluorures est donc probablement minime, même dans des conditions climatiques extrêmes.

La clairance des fluorures à partir du plasma est pratiquement égale à la somme des clairances au niveau des tissus calcifiés et des reins. La clairance rénale des chlorures, des iodures et des bromures chez l'adulte jeune ou d'âge moyen en bonne santé est généralement inférieure à 1,0 ml par minute, mais celle des fluorures est d'environ 35 ml par minute. Chez les patients dont la fonction rénale est altérée et dont la vitesse de filtration glomérulaire tombe de façon chronique à 30% de la valeur normale, l'excrétion des fluorures peut être suffisamment ralentie pour entraîner une augmentation de la concentration dans les tissus mous et durs. Les fluorures passent facilement par filtration dans les capillaires glomérulaires et sont réabsorbés de façon variable dans les tubules. La clairance rénale est directement liée au pH de l'urine et, dans certaines conditions, à la diurèse. Comme dans le cas de l'absorption gastrique et de la migration transmembranaire, le mécanisme de la réabsorption tubulaire des fluorures semble être la diffusion du fluorure d'hydrogène. Ainsi, on a montré que les facteurs qui influent sur le pH de l'urine, comme le régime alimentaire, les médicaments, les troubles métaboliques ou respiratoires et l'altitude, ont ou peuvent avoir un effet sur la proportion des fluorures absorbés qui sont retenus dans l'organisme. Chez les enfants qui consomment de l'eau de boisson contenant 1 mg/l de fluorures ou qui prennent un comprimé à 1 mg par jour, l'excrétion varie en principe entre 25 et 35 $\mu\text{g F}^-/\text{h}$. En Suisse, des études portant sur la fluoration du sel ont montré que des enfants qui avaient consommé du sel de table contenant 250 mg/kg de fluor pendant au moins trois ans présentaient un taux d'excrétion de 31-48 $\mu\text{g F}^-/\text{h}$ après le repas principal de la journée. Chez ceux qui consommaient en outre du pain fluoré, les excrétions du matin et de la nuit s'établissaient entre 18 et 26 $\mu\text{g F}^-/\text{h}$, alors qu'elles étaient de 14-19 $\mu\text{g F}^-/\text{h}$ chez ceux qui consommaient du pain non fluoré mais qui recevaient du sel fluoré sous d'autres formes. Les enfants âgés de 9 à 14 ans ayant un régime pauvre en fluor avaient un taux d'excrétion voisin de 10 $\mu\text{g F}^-/\text{h}$, sauf pendant les heures suivant le repas principal, où le taux pouvait s'élever à 15 $\mu\text{g F}^-/\text{h}$ (5, 6). Ces résultats demandent à être vérifiés sur des groupes soumis à des régimes alimentaires différents. En outre, il conviendrait d'étudier les facteurs qui favorisent l'excrétion des fluorures, comme une diurèse abondante ou un pH élevé de l'urine.

3.5 Conclusions

1. Les fluorures sont facilement absorbés au niveau de l'estomac et l'absorption varie en raison inverse du pH du contenu gastrique.

2. La concentration plasmatique de l'ion fluorure chez l'adulte jeune ou d'âge moyen en bonne santé et à jeun, exprimée en $\mu\text{mol/l}$, est approximativement égale à la concentration de cet ion dans l'eau de boisson en mg/l .
3. Environ 99% des fluorures présents dans l'organisme sont fixés sur les tissus calcifiés.
4. Environ 10 à 25% de la quantité consommée quotidiennement n'est pas absorbée et l'élimination des fluorures absorbés a lieu presque exclusivement par la voie rénale.
5. Des études devraient être entreprises pour vérifier dans quelle mesure l'excrétion des fluorures est liée aux variations de la diurèse et du pH de l'urine.

4. **Les fluorures dans les dents et les os**

L'affinité bien connue des fluorures pour l'apatite de l'organisme s'explique par la facilité avec laquelle l'ion fluorure se substitue chimiquement au radical hydroxyle de l'hydroxyapatite calcique. La fluorapatite pure contient environ 3,7% de fluor; environ un tiers des ions hydroxyles de l'émail peuvent être remplacés par des ions fluorures.

L'apatite humaine normale, c'est-à-dire celle qui constitue le tissu des os et des dents, n'approche jamais la composition de la fluorapatite pure, même si le degré de substitution par le fluor varie de façon considérable selon le niveau d'exposition des tissus à cet élément au moment de la calcification. Une fois formé, le complexe apatite/fluorhydroxyapatite reste chimiquement stable jusqu'à ce que le tissu soit résorbé, remodelé ou métabolisé de quelque autre façon. Une légère augmentation de la teneur en fluorures est possible par diffusion et absorption dans la structure cristalline.

4.1 **Les fluorures dans les dents**

La teneur en fluorures des tissus dentaires dépend de la quantité de fluor biologiquement disponible au moment de la formation des dents; elle reste constante dans la masse de l'émail une fois que celui-ci s'est formé, contrairement à ce qui se passe pour les os où les fluorures continuent de s'accumuler tout au long de la vie (3). Les changements survenant après l'éruption se manifestent dans la couche externe de l'émail (environ 50 μm) et sont dus à la diffusion de l'ion fluorure présent dans l'environnement buccal (par exemple dans la salive, les aliments, la plaque dentaire et à la suite d'applications thérapeutiques). La surface pulpaire de la dentine présente aussi des changements après l'éruption, avec une augmentation de la teneur en fluorures se produisant au dernier stade de formation de la dentine ou liée à la stimulation physiologique de la dentine secondaire. La répartition des fluorures dans l'émail témoigne

de l'évolution de la concentration de cet ion dans l'environnement durant la période de développement de la dent plutôt que de la situation récente ou postérieure à l'éruption dentaire.

La répartition des fluorures dans la dent se caractérise par une concentration relativement élevée de 500 à 4000 mg/kg dans l'émail superficiel (environ 50 μ m) et une concentration plus faible (50 à 100 mg/kg) dans l'émail profond. La concentration dans la dentine est intermédiaire entre celle de l'émail de surface et celle de l'émail profond (200 à 1500 mg/kg). On sait que la teneur en fluorures augmente dans les amorce de caries (tâches blanches) ce qui traduit un processus de déminéralisation-reminéralisation avec diffusion dans un émail plus poreux.

4.2 Les fluorures dans les os

Le renouvellement normal du tissu osseux lors du remodelage des os entraîne une variation de la teneur en fluorures parallèlement à l'évolution de la concentration de cet ion dans le plasma; cette évolution traduit à son tour la variation de la biodisponibilité des fluorures absorbés avec les aliments et les boissons ou par inhalation.

Les variables influant sur la teneur des os en fluorures sont les quantités ingérées, l'âge et le type d'os. Les quantités biodisponibles, présentes dans les aliments et les boissons ou absorbées par inhalation, déterminent les concentrations plasmatiques, qui influent à leur tour sur le taux d'absorption par les os. L'augmentation de la concentration dans les os est plus rapide chez les individus jeunes pendant la période de croissance et minimale chez les personnes âgées. La concentration des fluorures dans les os dépend de l'exposition totale à cet ion durant toute la vie du sujet.

Une certaine confusion résulte du fait que l'on attribue deux effets différents aux fluorures en ce qui concerne les os: d'une part, les fluorures stimuleraient la croissance du tissu osseux et présenteraient donc un intérêt thérapeutique dans la lutte contre l'ostéoporose; d'autre part, ils seraient responsables de la prévalence croissante des fractures de la hanche chez les personnes âgées. Dans de nombreux pays, le coût médical et social de l'ostéoporose et des fractures de la hanche est énorme et ne pourra être réduit que par la prévention, plutôt que par le traitement. Ces questions sont examinées plus en détail dans les sections qui suivent.

4.3 Les fluorures et l'ostéoporose

L'utilisation des fluorures pour traiter ou tenter de prévenir l'ostéoporose est fondée sur l'hypothèse selon laquelle les fluorures favoriseraient la minéralisation des os avec formation de fluorapatite. Bien qu'un traitement empirique à hautes doses (40 mg ou plus par jour) soit utilisé

depuis longtemps chez l'adulte à cet effet, son efficacité pour inverser ou prévenir la progression de l'ostéoporose n'a pas été reconnue par l'ensemble de la profession médicale. Toutefois, de telles doses de fluorures chez l'adulte sont encore acceptées par les autorités de réglementation de huit pays européens et sont également utilisées ailleurs. Quatre essais cliniques randomisés récents ont permis de recueillir des informations importantes sur la sécurité et l'efficacité du traitement de l'ostéoporose post-ménopausique avec fractures des vertèbres par le fluorure de sodium (7). Si de nombreuses études ont montré un accroissement de la masse osseuse à la suite de l'absorption quotidienne de doses élevées de fluorure de sodium, cela ne s'est malheureusement pas traduit par une réduction significative du nombre de fractures vertébrales. Se fondant sur les résultats d'essais récents, la Food and Drug Administration des Etats-Unis a décidé, en octobre 1989, de ne pas accepter l'emploi du fluorure de sodium comme traitement de l'ostéoporose et elle a conclu à son inefficacité dans le traitement des fractures ostéoporotiques. Il existe donc des différences dans l'attitude des autorités sanitaires en Europe et aux Etats-Unis d'Amérique en ce qui concerne l'utilisation des fluorures pour le traitement de l'ostéoporose.

4.4 Les fluorures et les fractures de la hanche

Plusieurs études épidémiologiques récentes, portant sur l'exposition à long terme à une eau de boisson ayant une teneur optimale en fluorures pour la prévention de la carie, sont arrivées à la conclusion que les fluorures étaient responsables de l'augmentation de l'incidence des fractures de la hanche chez les personnes âgées, en raison d'une plus grande fragilité des plaques corticales. Toutefois, des analyses indépendantes de ces études concluent qu'il n'a pas été établi, de façon convaincante, qu'il existe une relation entre la concentration de l'eau de boisson en fluorures et les fractures de la hanche ou la qualité de l'os (7). La plupart de ces études présentent des limites importantes qui empêchent de généraliser les résultats à l'ensemble de la population ou de déterminer les risques pour les individus. Il n'y a donc aucune raison de modifier les politiques de santé publique actuelles concernant l'utilisation des fluorures pour la prévention de la carie.

4.5 Les fluorures et la fluorose du squelette

Sous les climats tempérés, une fluorose du squelette endémique et invalidante ne touche que les individus constamment exposés à de très fortes concentrations de fluorures pendant de nombreuses années. Ces cas se rencontrent dans des situations industrielles particulières ou lorsque la teneur en fluorures de l'eau de boisson est anormalement élevée (par exemple 10 mg/l). A la suite de l'ingestion sur une longue période de quantités anormalement élevées de fluorures, on observe une calcification de certains tissus induite par cet élément et une

ostéosclérose. Dans les zones tempérées, on n'a pas constaté d'association entre la présence de fluorures dans l'eau à la concentration de 4 à 8 mg/l et des symptômes cliniques de fluorose du squelette. La situation est cependant différente dans certaines régions tropicales; dans un certain nombre de pays en développement, on a signalé une fluorose du squelette endémique chez des individus qui consommaient de l'eau contenant plus de 6 mg/l de fluorures. Cette fluorose se manifeste par une ostéosclérose, une ostéoporose ou une augmentation de la masse osseuse fibreuse. Dans les formes les plus graves, on observe des altérations invalidantes du squelette.

Les déformations du squelette peuvent être associées à la malnutrition ou accentuées par celle-ci, et peut-être par d'autres conditions qui se rencontrent dans les régions chroniquement défavorisées du point de vue social et nutritionnel. Il est urgent de réduire de façon notable la teneur en fluorures de l'eau de boisson dans ces régions par des méthodes de défluoration appropriées.

4.6 Les fluorures et l'ostéosarcome

L'affirmation selon laquelle l'ostéosarcome serait provoqué par les fluorures s'appuie sur les résultats peu convaincants d'études au cours desquelles des quantités extrêmement élevées de fluorures ont été administrées à des rats. La corrélation entre l'ostéosarcome et les fluorures n'est donc pas établie. L'ostéosarcome est rare chez l'homme et l'examen des dossiers médicaux n'a pas permis d'établir une relation entre cette maladie et les antécédents d'exposition aux fluorures. D'autre part, une évaluation poussée des informations disponibles n'a mis en évidence aucune association potentielle entre un ostéosarcome induit par les fluorures et l'absorption de fluor par l'homme.

On peut trouver des analyses et des évaluations détaillées des études consacrées aux effets des fluorures sur les os dans Gordon & Corbin (7), Knox (8) et United States Public Health Service (9).

4.7 Conclusions

1. La quantité de fluorures présente dans les dents dépend de la disponibilité de cet élément lors de la période de formation des dents, avant leur éruption. Les changements survenus après l'éruption dentaire se manifestent principalement dans la couche externe de l'émail.
2. Des études devraient être entreprises sur la relation entre la fluorose de l'émail, le niveau socio-économique, la malnutrition et les facteurs connexes.
3. La teneur en fluorures des os dépend de l'âge. L'augmentation est plus rapide chez les sujets jeunes, mais elle se ralentit par la suite et il finit par s'établir un état d'équilibre lorsque l'absorption est constante.

4. En ce qui concerne les fractures de la hanche et la qualité des os, il n'y a aucune raison scientifique de modifier les politiques de santé publique actuelles relatives à l'utilisation des fluorures pour la prévention de la carie.
5. L'étude de l'ostéosarcome chez l'homme n'a pas permis d'établir une relation avec l'exposition passée aux fluorures.

5. Marqueurs biologiques de l'exposition aux fluorures

Cette question a été examinée en détail lors d'une réunion qui s'est tenue en 1993 aux Etats-Unis d'Amérique (10). Le principal intérêt d'un marqueur biologique des fluorures est de dépister et de surveiller les cas d'absorption insuffisante ou excessive des formes biodisponibles de fluorures. La connaissance de la disponibilité des fluorures pendant la période de formation des dents, avant leur éruption, permet d'évaluer le risque ultérieur de fluorose, tandis que la connaissance de la disponibilité de cet ion après l'éruption dentaire donne une indication du niveau de protection éventuelle contre les caries. Les marqueurs biologiques des fluorures peuvent aussi servir à évaluer l'impact de la fluoruration de l'eau sur la qualité des os et d'autres conditions physiologiques.

5.1 Marqueurs de l'exposition immédiate: urine, plasma, salive

Plusieurs liquides biologiques peuvent servir à mesurer les quantités de fluorures présentes dans les divers compartiments de l'organisme. Certains d'entre eux sont facilement accessibles et sont utiles pour déterminer la disponibilité actuelle des fluorures. Les valeurs obtenues n'offrent pas une mesure directe de l'accumulation des fluorures dans l'organisme, mais elles donnent une indication sur la charge corporelle, car il existe une relation encore mal définie entre les concentrations de fluorures dans les os et dans les liquides extracellulaires. Parmi ces liquides, on peut citer l'urine, le plasma et la salive canalaire. Le rapport entre la concentration en fluorures de la salive canalaire et du plasma est d'environ 0,8. Les échantillons prélevés sur des sujets à jeun donnent les résultats les plus intéressants, car les concentrations en fluorures de ces deux liquides sont influencées de façon notable par l'absorption au cours des dernières heures. L'excrétion et la concentration des fluorures dans l'urine sont également liées à la concentration plasmatique, mais elles sont plus variables que la concentration dans la salive canalaire, en raison des variations de la diurèse et du pH de l'urine.

5.2 Marqueurs de l'exposition récente: ongles et cheveux

Les concentrations de fluorures dans les ongles et les cheveux semblent être proportionnelles à l'absorption sur de plus longues périodes. Dans la

mesure où cela est vrai, ces concentrations reflètent les concentrations plasmatiques moyennes au cours du temps. Les ongles poussent d'environ 0,1 mm par jour, de sorte qu'il est possible d'estimer l'absorption moyenne de fluorures sur une période de 1 à 3 semaines. L'analyse des fluorures dans les cheveux pourrait servir à estimer l'absorption sur des périodes plus longues. Les méthodes d'échantillonnage de ces tissus humains et les techniques d'analyse ont cependant besoin d'être améliorées. Des recherches devraient être entreprises pour élucider les facteurs physiologiques qui peuvent influencer sur l'absorption et l'accumulation des fluorures dans ces tissus.

5.3 Marqueurs de l'exposition passée: os et dents

Ce sont les tissus calcifiés qui reflètent le mieux la charge corporelle en fluorures, mais l'émail n'est pas le tissu le mieux indiqué à cet égard, car la plus grande partie des fluorures qu'il contient a été absorbée lors de la formation des dents. Après l'éruption dentaire, une exposition à des concentrations extrêmement variables de fluorures dans la cavité buccale peut avoir un effet notable sur les concentrations présentes dans les couches superficielles de l'émail, qui sont les plus riches en fluorures. Les concentrations présentes dans les os sont de bien meilleurs indicateurs de l'exposition à long terme et de la charge corporelle, quoique les fluorures ne soient pas distribués de façon uniforme dans tout le tissu osseux. Par exemple, la concentration est plus élevée dans le tissu spongieux que dans le tissu cortical de l'os.

Les concentrations de fluorures dans la dentine sont semblables à celles des os; comme ces dernières, elles tendent à augmenter avec l'âge tant que l'apport de fluorures ne diminue pas. La dentine, et plus particulièrement la dentine coronaire, est peut-être le meilleur marqueur pour évaluer l'absorption chronique de fluorures et le meilleur indicateur de la charge corporelle. Normalement, la dentine ne subit pas de résorption, elle est plus facile à prélever que des échantillons osseux, il semble que les fluorures continuent de s'y accumuler lentement tout au long de la vie, et elle est infiltrée par le liquide extracellulaire. En général, la dentine est protégée de l'exposition aux fluorures de la cavité buccale par l'émail ou le ciment qui la recouvre.

5.4 La fluorose comme marqueur biologique

Les études épidémiologiques de Dean et al., dans les années 30, ont clairement démontré la relation entre la fluorose dentaire chez l'homme et la teneur en fluorures des approvisionnements en eau (11). Ces études et d'autres ont montré qu'il existe une relation directe, dans une population donnée, entre le degré de fluorose et les concentrations de fluorures dans le plasma et les os d'une part et la teneur en fluorures de l'eau de boisson d'autre part. Ces études tendent à montrer que la fluorose peut servir de marqueur biologique du degré d'exposition aux

fluorures, étant entendu cependant que la fluorose dentaire ne reflète que l'exposition aux fluorures pendant la période de formation de l'émail. Par exemple, une aggravation de la fluorose dans des communautés consommant de l'eau fluorée ou non a permis de mettre en évidence une exposition accrue de ces communautés aux fluorures, alors que la concentration de fluor dans l'eau de boisson était restée constante. On s'est aperçu que cette exposition accrue aux fluorures était due en partie à l'ingestion involontaire de fluorures à usage topique, ce qui souligne l'intérêt de la fluorose comme marqueur biologique.

5.5 Conclusions

1. La méthode la plus fiable pour contrôler l'exposition récente totale aux fluorures chez les individus ou les populations consiste à déterminer la teneur en fluorures du plasma ou de marqueurs pouvant être obtenus par des méthodes non invasives, de préférence l'urine ou la salive canalaire.
2. La fluorose dentaire clinique est le marqueur biologique le plus pratique, mais il ne reflète que les effets de l'ingestion de fluorures au cours des six premières années de la vie.
3. Les tissus durs de la dent sont de bons marqueurs biologiques pour la surveillance à long terme de l'absorption de fluorures pendant certaines périodes bien définies de la vie, alors que l'os fournit des informations sur l'exposition pendant des décennies ou pendant toute la vie.
4. L'utilisation des cheveux et des ongles comme marqueurs biologiques potentiels de l'exposition aux fluorures au cours des semaines passées mérite d'être mieux étudiée.

6. Prévention des caries et fluorose dentaire

Des études menées aux Etats-Unis d'Amérique à la fin des années 30 et au début des années 40 dans des communautés dont l'eau de boisson contenait naturellement des quantités variables de fluorures ont révélé une diminution d'environ 50% de la prévalence des caries dentaires lorsque la concentration en fluorures était de 1 mg par litre. Cette réduction était associée à des formes très bénignes de fluorose dans une petite partie de la population – environ 10% (11). A l'époque, on estimait que ce faible niveau de fluorose ne constituait pas un problème de santé publique; quand bien même on pouvait l'observer, il était jugé acceptable et bien préférable aux graves caries qu'il remplaçait en grande partie. Il est intéressant de noter que cette attitude de compromis – priorité accordée aux caries sur la fluorose – caractérise un certain nombre de méthodes d'administration de fluorures.

Depuis 30 ans, les théories concernant l'explication de l'effet carioprotecteur des fluorures ont évolué; il est maintenant admis que cet effet se manifeste principalement après l'éruption des dents. Pour assurer la meilleure prévention possible de la carie, il faut généralement établir des programmes visant l'ensemble de la population, comme la fluoration de l'eau de boisson ou du sel ou l'utilisation généralisée de dentifrices fluorés. La question se pose donc de savoir si l'on peut obtenir un effet maximal de prévention des caries sans observer une très légère fluorose dans la population cible. Dans les communautés où l'eau est fluorée de façon optimale, une faible proportion de la population continuera de présenter une très légère fluorose, se manifestant par des lignes et tâches blanches diffuses qui ne nuisent pas à l'esthétique et qui passent généralement inaperçues à l'œil non exercé. Dans les communautés qui disposent d'autres sources de fluorures, comme les dentifrices fluorés, qui peuvent être avalés par les jeunes enfants, la prévalence des formes inesthétiques de fluorose augmentera. Par exemple, dans de nombreuses régions des Etats-Unis d'Amérique, l'augmentation notable de la prévalence des formes très légères de fluorose peut être attribuée pour une large part au fait que les médecins prescrivent des suppléments de fluorures aux enfants résidant dans des communautés où l'eau est fluorée, ce qui n'est manifestement pas à conseiller.

Au cours des 20 dernières années, différents indices ont été mis au point pour noter la présence dans l'émail des premières lignes blanches diffuses à peine perceptibles qui sont associées à l'ingestion de fluorures; il est maintenant possible de mesurer ces changements de façon fiable lors d'études épidémiologiques. La fluorose dentaire fait l'objet d'une surveillance régulière dans de nombreuses communautés.

6.1 Conclusions

1. La fluorose dentaire doit être régulièrement surveillée à l'aide d'indices suffisamment sensibles pour détecter les premiers changements apparaissant dans l'émail à la suite de variations mineures dans l'absorption des fluorures.
2. Lorsqu'un nombre significatif de cas de fluorose légère ou de formes plus graves sont observés dans une communauté, des mesures doivent être prises pour réduire l'ingestion de fluorures pendant la période de développement des dents (12).

7. Les fluorures dans l'eau de boisson

Les premières études établissant un lien entre la teneur en fluorures de l'eau de boisson et une réduction de la prévalence des caries datent des années 30. Au cours des 40 dernières années, plus de 100 études effectuées dans de nombreux pays différents ont été publiées sur cette

question. Toutes arrivent à la même conclusion: la fluoration de l'eau entraîne une réduction notable de la prévalence des caries. Dans les régions où cette prévalence était élevée, le pourcentage de réduction sur une période de plusieurs années a été de 40-49% pour les dents temporaires et 50-59% pour la denture définitive (2).

7.1 Impact sur la population, limites et mise en œuvre

A condition que la communauté dispose d'un réseau d'adduction d'eau, la fluoration de l'eau est la méthode la plus efficace pour atteindre l'ensemble de la population, car elle touche toutes les classes sociales sans qu'il soit nécessaire de faire appel à la participation active des individus. La fluoration de l'eau a été approuvée par plus de 150 organisations scientifiques ou s'intéressant à la santé, notamment la Fédération dentaire internationale (FDI), l'Association internationale de recherches dentaires (IADR) et l'OMS. Des programmes de fluoration de l'eau ont été mis en œuvre dans 39 pays où ils touchent plus de 170 millions d'habitants sans compter les 40 millions de personnes qui consomment une eau dont la concentration naturelle en fluor est égale ou supérieure à 0,7 mg/l.

La condition essentielle pour qu'on puisse recourir à la fluoration des approvisionnements publics en eau est l'existence d'un réseau d'adduction bien implanté. Malheureusement, dans la plupart des pays en développement, où les caries sont en rapide progression, les réseaux d'adduction d'eau sont souvent absents, même dans les grandes agglomérations urbaines, et il en existe rarement dans les régions rurales.

Il est capital que l'organisme chargé de la fluoration de l'eau ait le soutien des principaux responsables des services de santé et des pouvoirs publics. La fluoration de l'eau constitue une activité pluridisciplinaire qui nécessite la participation de dentistes, d'ingénieurs, de chimistes, de nutritionnistes, de médecins et autres représentants des professions de santé.

7.2 Aspects économiques, santé et sécurité

Un programme efficace de fluoration des approvisionnements publics en eau nécessite: a) une usine de traitement ou une station de pompage équipée du matériel approprié, b) un approvisionnement régulier en produits chimiques utilisés comme source de fluorures, c) un personnel qualifié pour entretenir le système et tenir correctement les dossiers, d) des ressources financières suffisantes pour couvrir les frais d'installation et d'exploitation. Il faut donc que les caries dentaires soient suffisamment fréquentes ou qu'elles présentent un sérieux risque d'extension pour justifier cet investissement. Si la population desservie est importante, le coût par tête peut être très faible, surtout si l'investissement initial est amorti sur une période de 5 à 10 ans.

Toute installation de fluoruration doit être munie de systèmes de protection à sécurité intégrée efficaces, avec des limites bien définies pour la précision des mesures. Pour éviter des doses excessives, un mécanisme de sécurité doit interrompre automatiquement l'adjonction de fluorure si le débit de l'eau à traiter diminue brusquement.

L'éventualité d'effets secondaires provoqués par la consommation, tout au long de l'existence, d'une eau fluorée à la concentration optimale a fait l'objet d'études médicales approfondies qui n'ont révélé aucune atteinte de l'état général de santé. Ainsi, le rapport Knox (8) conclut:

Les éléments dont nous disposons nous permettent d'émettre un avis favorable sur cet aspect de la sécurité de l'eau fluorée. L'absence d'effets démontrables sur les taux de cancer en cas d'exposition à long terme à des eaux naturellement riches en fluor, l'absence de tels effets à la suite de la fluoruration artificielle des approvisionnements en eau, l'importance des populations observées, la constance des données recueillies auprès de différentes sources dans un grand nombre de pays sont autant d'arguments qui nous amènent à conclure que, de ce point de vue, la fluoruration de l'eau de boisson est sans danger.

7.3 Aspects juridiques et acceptation du public

La législation relative à la fluoruration de l'eau peut être de deux types. Il peut s'agir de textes contraignants obligeant le Ministère de la Santé ou les collectivités d'une certaine importance à fluorer les eaux de distribution quand leur teneur en fluorures est inférieure à la limite acceptée. Inversement, la législation peut être du type «habilitant» en donnant au Ministère de la Santé ou à l'administration locale le pouvoir d'instituer la fluoruration. Dans certains pays, il peut être obligatoire de recueillir l'opinion des citoyens et parfois d'organiser un référendum avant de procéder à la fluoruration de l'eau.

7.4 Concentration optimale des fluorures dans l'eau de boisson

Pour que la fluoruration de l'eau de boisson soit à la fois efficace et bien acceptée du public, il est essentiel de déterminer les concentrations optimales. Cela concerne aussi bien les collectivités qui ont l'intention de fluorer leur eau que celles qui doivent procéder à une défluoruration partielle d'une eau naturellement trop chargée en fluorures. Le contrôle de la teneur en fluorures de l'eau de boisson se fait généralement à l'aide d'une électrode spécifique de cet ion.

Les travaux de Dean, effectués il y a cinquante ans, ont établi à 1,0 mg/l la concentration optimale de fluorures dans l'eau de boisson. Par concentration optimale, Dean entendait la concentration assurant la réduction maximale du nombre de caries, tout en limitant la prévalence et la gravité de la fluorose dentaire à des niveaux acceptables. Etant donné que les habitants des régions chaudes consomment davantage d'eau que

ceux des régions tempérées, ce chiffre de 1,0 mg/l a été remplacé par une fourchette (0,7-1,2 mg/l), la concentration recommandée étant d'autant plus faible que la température locale est élevée. En 1962, le Public Health Service des Etats-Unis a adopté cette fourchette comme norme et celle-ci a été largement utilisée par la suite.

Toutefois, dans les années 90, il est apparu que cette norme ne pouvait convenir à toutes les régions du monde. Même aux Etats-Unis d'Amérique où elle a été établie, le développement de la climatisation, l'augmentation de la consommation de boissons gazeuses et d'aliments préparés, ainsi que l'apparition de nouvelles sources de fluorures, ont rendu obsolètes les hypothèses sur lesquelles elle se fondait. Dans d'autres régions du monde, notamment dans les zones tropicales et subtropicales d'Afrique et d'Asie, les habitudes alimentaires varient tellement, selon les races et les cultures, que la fourchette recommandée n'a probablement jamais été satisfaisante. Il est certain que la prévalence et la gravité de la fluorose étaient anormalement élevées dans plusieurs régions d'Asie lorsque ces normes étaient en vigueur. C'est ainsi qu'à Hong Kong, la concentration en fluorures de l'eau de boisson a été modifiée à plusieurs reprises depuis le début de la fluoration, en 1961; les autorités compétentes ont adopté des concentrations différentes pour la saison chaude et la saison fraîche avant d'essayer de trouver une concentration acceptable tout au long de l'année. Selon les directives du Public Health Service des Etats-Unis, la concentration optimale pour Hong Kong serait d'environ 0,8 mg/l. Toutefois, cette concentration s'accompagnait d'un degré de fluorose inacceptable chez les enfants. Elle a donc été réduite à plusieurs reprises pour atteindre 0,5 mg/l en 1988.

On peut affirmer que les recommandations qui figurent dans les directives de 1962 du Public Health Service des Etats-Unis d'Amérique concernant la teneur en fluorures de l'eau de boisson en fonction de la température annuelle ne conviennent pas pour les régions tropicales et subtropicales du globe. Etant donné que l'on a observé un degré de fluorose plus élevé que prévu à la suite de leur application, la fourchette recommandée semble excessive pour ces régions. La concentration de 1,0 mg/l devrait être considérée comme une limite supérieure absolue même sous les climats froids, et la valeur de 0,5 mg/l, maintenant adoptée à Hong Kong et recommandée dans les Etats du Golfe, paraît être une limite inférieure acceptable.

7.5 Défluoration partielle

Il existe plusieurs méthodes éprouvées de défluoration pour les réseaux d'adduction d'eau lorsque la concentration naturelle en fluorures est excessive. Cependant, ces méthodes ne sont pas toujours applicables dans les pays en développement en raison de l'absence de réseaux

d'adduction d'eau ou du coût du matériel et des produits nécessaires. Dans les pays en développement, l'OMS a cherché à développer des méthodes efficaces et moins coûteuses utilisables au niveau des ménages ou de la communauté pour la défluoration de l'eau de boisson ou destinée à la cuisson des aliments. Des défluorateurs domestiques contenant de la poudre d'os carbonisée et granulée ont été testés au Kenya et en Thaïlande. Ils sont d'une efficacité moyenne et peuvent être utilisés pour traiter des eaux de boisson contenant jusqu'à 5 mg/l de fluor. Il est recommandé de poursuivre les recherches pour la mise au point de systèmes plus efficaces à l'intention des pays en développement. En outre, il est recommandé que les pays en développement réglementent l'exploitation des eaux souterraines en procédant à une évaluation géochimique adéquate des sites de forage potentiels et en encourageant l'utilisation d'autres sources d'approvisionnement, comme l'eau de pluie.

7.6 Fluoruration de l'eau et caries des surfaces radiculaires

Il est de plus en plus manifeste que les fluorures sont particulièrement efficaces contre les caries des surfaces radiculaires. Des données recueillies aux Etats-Unis d'Amérique montrent que la prévalence des caries radiculaires est inversement liée à la concentration des fluorures dans l'eau de boisson. Ce résultat a été récemment confirmé en Irlande où le pourcentage des caries radiculaires chez les personnes âgées de 65 ans ou plus était de 11,7% dans les régions où l'eau était fluorée, contre 18,9% dans les régions où elle ne l'était pas.

7.7 Conditions d'application

- Fréquence élevée ou modérée des caries dentaires dans la communauté ou preuve certaine que les caries sont en progression.
- Niveau de développement économique et technologique suffisant dans le pays ou la région considérés.
- Existence d'un réseau municipal d'adduction desservant une forte proportion de foyers.
- Certitude que les habitants utilisent davantage l'eau distribuée par la municipalité que l'eau de puits individuels ou de citernes d'eau de pluie.
- Présence d'une installation de traitement ou d'une station de pompage disposant du matériel nécessaire.
- Source fiable de fluorures de qualité acceptable.
- Présence, dans l'installation de traitement de l'eau, d'un personnel qualifié capable d'entretenir le système et de tenir les registres voulus.
- Ressources financières suffisantes pour couvrir les frais d'installation et les dépenses de fonctionnement.

7.8 Conclusions

1. La fluoration des approvisionnements publics en eau est sans danger et présente un rapport coût/efficacité favorable; elle doit être introduite et maintenue partout où elle est socialement acceptable et réalisable.
2. La concentration optimale en fluorures est normalement comprise entre 0,5 et 1,0 mg/l.
3. L'exploitation des systèmes de fluoration de l'eau doit être régulièrement contrôlée et les résultats enregistrés.
4. Des enquêtes sur la carie et la fluorose dentaire doivent être effectuées périodiquement.

8. Sel fluoré

8.1 Effet carioprotecteur

Un nombre relativement faible d'études ont été effectuées en Colombie, en Hongrie et en Suisse, ces dernières sur une durée de 20 ans. Les résultats donnent à penser que l'efficacité carioprotectrice du sel fluoré est certaine, du même ordre que celle de l'eau fluorée, lorsque les concentrations et le mode d'emploi appropriés sont respectés.

8.2 Impact sur la population, limites et mise en œuvre

Selon le degré de mise en œuvre, il est possible de couvrir une partie de la population ou l'ensemble de celle-ci. Le niveau minimal de mise en œuvre consiste à fluorer uniquement le sel de consommation, comme cela se pratique en France et en Allemagne. Dans la plupart des cantons suisses, du sel contenant 250 mg de F^- par kg est en vente depuis 1983 parallèlement au sel non fluoré (à Bâle, l'eau est fluorée); dans ces conditions, 75% du sel de consommation vendu en 1987-1991 était fluoré. En France, le sel fluoré a été introduit en 1986 et il représentait 60% du marché en 1992. Des systèmes de distribution plus ou moins complets, portant sur des produits multiples, existent au Costa Rica, à la Jamaïque et en Suisse. Dans le canton suisse de Glarus (40 000 habitants), le système s'étend aux boulangers, qui utilisent du sel fluoré dans leurs produits. Dans le canton de Vaud (550 000 habitants), le sel en vrac livré aux boulangeries et aux collectivités (restaurants, hôpitaux, etc.) est également fluoré. En ce qui concerne le sel à usage domestique, la plupart des magasins ne vendent que du sel fluoré depuis 1970. Des systèmes analogues ont été mis en place au Costa Rica et à la Jamaïque, mais dans ce cas, le sel livré aux boulangeries n'est pas fluoré. Lorsque le sel vendu aux boulangeries, aux collectivités et aux particuliers est fluoré, la couverture de la population est pratiquement complète. Lorsque seule une partie du sel domestique est fluorée, les consommateurs ont davantage de choix, mais la mesure est moins efficace du point de vue de la santé publique.

L'usage de sel fluoré augmente la concentration de fluorures dans la cavité buccale tout au long de la vie, de la même façon que la fluoration de l'eau. Une première étude limitée, menée en Suisse sur des conscrits (âgés de 20 ans), a confirmé son efficacité à long terme (13). Parmi les conscrits de l'ouest de la Suisse, ceux qui n'avaient pas reçu de sel fluoré avaient 10,2 dents CAO (cariées, absentes ou obturées) (n = 153) alors que ceux du canton de Vaud, qui avaient consommé du sel fluoré depuis l'âge de 5 ans, ne présentaient que 7,1 dents CAO (n = 56). Dans l'ensemble de la Suisse, on constate un déclin général très marqué de la prévalence des caries.

La fluoration du sel pose des problèmes lorsqu'on a affaire à diverses sources d'eau de boisson dont la concentration naturelle en fluorures est optimale ou excessive. En outre, la production de ce sel exige des moyens modernes et une compétence technique comparable à celle que nécessite la production de sel iodé.

8.3 Aspects économiques, santé et sécurité

En Suisse, les coûts de production sont de US\$ 0,2-0,4 par kilo pour les fabricants, qui desservent une population d'environ 6 millions de personnes. Le sel fluoré est vendu au même prix que les autres sortes de sel, y compris le sel iodé, de sorte que le consommateur n'a aucun supplément à payer. Dans d'autres pays, la différence de prix par rapport au sel iodé ou non iodé est très variable.

Il n'y a aucun risque de toxicité aiguë, car l'élimination des fluorures par les reins est plus rapide que celle du sodium ou des chlorures. Les premières études effectuées en Hongrie portaient sur du sel additionné de 350 mg/kg de fluorures, la plus forte concentration jamais signalée pour du sel destiné à la consommation humaine. Selon l'étude Intersalt – projet international de recherche de grande ampleur sur la relation entre la tension artérielle et l'excrétion d'électrolytes – la consommation moyenne de sel chez les adultes à l'échelle mondiale est de 5 à 10 g/jour, mais certaines populations consomment traditionnellement des quantités beaucoup plus élevées (par exemple dans le nord du Japon) (14). Il faudrait entreprendre des études plus détaillées sur la consommation de sel pour savoir comment et en quelle quantité le sel comestible est utilisé à d'autres fins que l'alimentation.

L'absorption des fluorures sous forme de sel fluoré a pu être contrôlée en évaluant l'excrétion urinaire. On trouvera à la section 3.4 des indications provisoires sur l'excrétion des fluorures, fondées sur des études approfondies menées en Europe.

Dans certains pays, les tentatives de fluoration du sel se heurtent à des difficultés résultant d'un manque de maîtrise technique au stade de la production. Les techniques modernes de mélange par lots immédiatement avant l'emballage devraient permettre de résoudre ces

problèmes techniques. Comme dans le cas de la fluoration de l'eau, le système doit être à sécurité intégrée et les limites de précision des mesures doivent être respectées. En plus des vérifications constantes qui doivent être faites sur le lieu de production, des échantillons doivent être prélevés périodiquement aux points de vente pour contrôler leur teneur en fluorures.

8.4 Aspects juridiques et acceptation du public

Les principaux avantages de la fluoration du sel sont de ne pas nécessiter un réseau public d'adduction d'eau et de laisser à chaque individu la possibilité de l'accepter ou de la refuser; du sel non fluoré peut être mis à la disposition de la population, comme le sel non iodé. Même lorsque le sel fluoré est utilisé dans de multiples produits comme dans certaines régions du Costa Rica, de la Jamaïque et de la Suisse, il est bien accepté. Jusqu'ici, cinq pays utilisent le sel comme source de fluorures: la Suisse (depuis 1955), la France (depuis 1986), le Costa Rica (depuis 1987), la Jamaïque (depuis 1987) et l'Allemagne (depuis 1991); son introduction est en cours au Mexique et en Espagne.

8.5 Conditions d'application

- Multiplicité des sources d'approvisionnement en eau, ce qui constitue un obstacle économique important à la fluoration de l'eau.
- Eau de boisson ayant généralement une faible teneur en fluorures.
- Absence de volonté politique et de ressources pour fluorer l'eau de boisson.
- Centralisation de la production de sel.

8.6 Conclusions

1. La fluoration du sel doit être envisagée lorsque la fluoration de l'eau est impossible pour des raisons techniques, financières ou socioculturelles.
2. La concentration optimale doit être déterminée à partir des études de consommation de sel. Une concentration de 200 mg de F⁻ par kg de sel doit être considérée comme un minimum lorsque différents types de sel sont fluorés (sel de table et de cuisine, sel destiné aux boulangeries, aux restaurants et aux autres grandes collectivités, etc), mais cette concentration peut être doublée lorsque seul le sel à usage domestique est fluoré.
3. Le bon fonctionnement des systèmes de fluoration du sel doit être vérifié régulièrement et les résultats doivent être enregistrés. En outre, la concentration et l'homogénéité doivent être périodiquement contrôlées au niveau de la vente au détail.
4. La teneur en fluorures doit être indiquée sur tous les emballages de sel.

5. Des enquêtes doivent être menées périodiquement sur les caries et la fluorose dentaire.

9. **Lait fluoré**

Le lait étant considéré comme un bon aliment pour les nourrissons et les enfants, on a pensé il y a plus de 20 ans qu'il constituerait un véhicule convenable pour compléter l'apport de fluorures chez les enfants. Cinq essais cliniques à petite échelle portant sur l'utilisation du lait fluoré ont été publiés; la conclusion générale qui s'en dégage est que les groupes ayant consommé du lait fluoré avaient moins de caries. Toutefois, aucun essai clinique à grande échelle n'a été publié et les études les plus longues ne dépassent pas 5 à 6 ans.

9.1 **Impact sur la population, limites et mise en œuvre**

Les programmes de fluoration du lait n'ont eu qu'un effet limité du point de vue de la santé publique. Dans certains pays, si des fluorures sont ajoutés au lait, celui-ci doit être classé comme «produit du lait» et désigné comme tel. Ce type de réglementation limite son emploi. La fixation des fluorures sur le calcium ou sur les protéines du lait ne constitue pas un gros problème, mais peut réduire leur effet topique dans la bouche par rapport à celui des fluorures contenus dans l'eau.

9.2 **Aspects économiques, santé et sécurité**

La distribution de lait fluoré peut être plus complexe que celle de suppléments de fluor sous la forme de comprimés ou de gouttes. Sa production exige un degré élevé de motivation et de compétence de la part de l'industrie laitière pour assurer un contrôle satisfaisant de la teneur en fluorures. Dans le cas de la plupart des études publiées, le lait était distribué dans les écoles, et la collaboration des enseignants, des parents et du personnel auxiliaire est indispensable au succès de l'opération. La fluoration du lait a donné des résultats encourageants du point de vue de la réduction des caries, mais d'autres études devront être entreprises avant qu'une application à grande échelle de la méthode puisse être recommandée. Si une collectivité dispose d'un système de distribution du lait bien développé, les problèmes à résoudre au niveau du laboratoire sont relativement simples. De nouveaux programmes de distribution de lait fluoré dans les écoles ont été mis en place en Bulgarie, au Chili, en Chine, dans la Fédération de Russie et au Royaume-Uni, où 5 mg de fluorure sont ajoutés par litre de lait. Chaque enfant reçoit 200 ml de lait fluoré chaque jour de classe, soit environ 200 jours par an.

9.3 Conclusions

1. A condition que la communauté dispose d'un système de distribution de lait bien développé, la production de lait fluoré ne pose pas de problèmes techniques particuliers.
2. La fluoration du lait a donné des résultats encourageants, mais il faudrait poursuivre les études sur cette question.

10. Suppléments fluorés (comprimés et gouttes)

On trouve dans la littérature plus de 50 rapports sur l'efficacité des comprimés ou gouttes de fluorures, mais la qualité des études n'est généralement pas aussi rigoureuse que celle des essais cliniques portant sur les dentifrices fluorés. La faiblesse des effectifs et l'absence de plans aléatoires sont fréquentes, ce qui a conduit certains experts à remettre en question la valeur de l'ensemble des résultats publiés dans ce domaine.

Les études concluent de façon constante à un effet carioprotecteur d'environ 60% sur la denture temporaire chez les enfants ayant bénéficié de ce traitement au plus tard à l'âge de 2 ans. Dans le cas des études portant sur la denture définitive, l'âge initial des sujets et la durée d'administration des comprimés étaient très variables. Dans quatre études seulement, des suppléments de fluor ont été administrés depuis la naissance et pendant au moins 7 ans; ces études font état d'une réduction du nombre de caries de 39% à 80%. Il a été démontré que les résultats étaient meilleurs si les comprimés étaient sucés aussi longtemps que possible au lieu d'être avalés immédiatement.

10.1 Impact sur la population, limites et mise en œuvre

L'administration quotidienne de comprimés à domicile demande beaucoup de motivation de la part des parents et, dans de nombreux pays, les campagnes visant à inciter ces derniers à donner des suppléments de fluor à leurs enfants n'ont guère eu de succès, surtout dans les milieux économiquement défavorisés. Les résultats des essais d'administration de suppléments à domicile doivent être interprétés avec circonspection, car les mères qui donnent des suppléments à leurs enfants dès la naissance ont probablement une attitude plus favorable vis-à-vis de la santé bucco-dentaire que celles qui commencent plus tard ou qui appartiennent aux groupes témoins.

La production de comprimés de fluorures ne pose pas de problèmes logistiques, mais le dosage optimal des comprimés et des gouttes a fait l'objet de nombreux débats. Au moins 18 posologies différentes sont citées dans les rapports publiés dans différents pays; toutes sont fondées sur des estimations empiriques plutôt que sur les résultats d'études scientifiques rigoureuses.

10.2 Aspects économiques, santé et sécurité

Lorsque des suppléments fluorés sont prescrits individuellement par les dentistes, le coût des comprimés est beaucoup plus élevé que lorsque ceux-ci sont achetés en vrac et administrés dans le cadre de programmes scolaires surveillés. Dans ce dernier cas, le temps consacré par les enseignants à la surveillance n'est généralement pas pris en compte dans le coût du programme. Cependant, il est évident que le coût de cette surveillance est réel et important et qu'il varie beaucoup d'un pays à l'autre, selon les charges salariales et la culture locale.

L'objectif de l'administration de fluorures par voie générale est d'obtenir un effet carioprotecteur maximal avec un faible risque de fluorose. Dans le passé, le dosage des comprimés était calculé de façon à obtenir la même absorption de fluorures que chez les personnes consommant une eau fluorée à la concentration optimale, bien qu'une étude récente de la consommation de l'eau au Royaume-Uni ait montré que les enfants consomment beaucoup moins d'eau provenant du réseau public de distribution qu'on ne le croyait auparavant. Ainsi, les premières estimations selon lesquelles les enfants âgés de trois ans absorberaient 1 mg de F^- par jour sous forme d'eau fluorée étaient certainement trop élevées (1).

Le fluor contenu dans les comprimés est ingéré et absorbé à un moment déterminé de la journée, ce qui n'a pas le même effet physiologique que la consommation d'eau fluorée tout au long de la journée. Des expériences menées sur les animaux ont montré que l'administration d'une dose de fluorures une fois par jour risque davantage de provoquer une fluorose que la même dose répartie en plusieurs prises quotidiennes.

Il est évident que les comprimés de fluorures doivent être conservés hors de l'atteinte des jeunes enfants et conditionnés dans des récipients munis d'une fermeture de sécurité. Dans certains pays, le nombre de comprimés par récipient est limité, de façon que chaque récipient ne contienne pas plus de 120 mg de fluorure de sodium, ce qui paraît une sage précaution.

10.3 Aspects juridiques et acceptation du public

Dans certains pays, on ne peut se procurer des comprimés de fluorures que sur ordonnance d'un médecin ou d'un dentiste. Dans d'autres pays, ces comprimés sont en vente libre. Au Canada, la réglementation interdit la vente sans ordonnance de comprimés contenant des fluorures si la posologie la plus forte entraîne une absorption journalière supérieure à 1 mg d'ion fluorure. Aux Etats-Unis d'Amérique, la Food and Drug Administration interdit de mentionner que l'absorption de suppléments alimentaires fluorés par les femmes enceintes réduit la fréquence des caries chez les nourrissons, car cet effet n'a pas été prouvé.

10.4 Fluorose dentaire et suppléments fluorés

Selon certaines études récentes, l'ingestion de suppléments fluorés peut être un facteur de risque de fluorose dentaire (de même que l'ingestion de dentifrices et de bains de bouche fluorés). Le stade de développement de l'émail qui est le plus vulnérable à une absorption excessive de fluorure est le stade de transition, entre la fin du stade sécrétoire et le début du stade de maturation. En ce qui concerne les incisives centrales et latérales définitives, pour lesquelles l'esthétique est importante, la période de risque maximal se situe approximativement de l'âge de 18 mois à 3 ans. C'est cette constatation qui a ravivé le débat sur les posologies optimales.

10.5 Posologie

On constate une tendance générale à réduire la posologie des suppléments fluorés, surtout durant les premiers mois de la vie. Un autre problème est la complexité de la plupart des posologies recommandées, notamment lorsque la famille compte plusieurs enfants d'âges différents. En outre, l'administration de suppléments fluorés s'est révélée inefficace comme mesure de santé publique car l'observance des posologies quotidiennes est mauvaise et les enfants qui en bénéficient appartiennent normalement aux familles qui sont les plus conscientes des problèmes de santé bucco-dentaire. La possibilité que l'usage de ces produits entraîne un risque accru de fluorose dentaire a conduit certains experts européens à formuler les conclusions suivantes:

- les suppléments fluorés ont des applications limitées en tant que mesure de santé publique;
- une dose de 0,5 mg de F^- par jour devrait être prescrite, mais seulement aux sujets à risque et à partir de l'âge de 3 ans;
- l'étiquette devrait mentionner que les suppléments fluorés ne doivent pas être utilisés avant l'âge de 3 ans, sauf s'ils sont prescrits par un dentiste.

En revanche, surtout dans les pays où les caries de la denture temporaire sont fréquentes, beaucoup de dentistes estiment qu'il est très important d'exploiter au maximum les propriétés cariopréventives des suppléments fluorés; ils préfèrent une posologie semblable à celle qui est utilisée au Royaume-Uni depuis 1981 et qui est indiquée au tableau 1.

10.6 Conclusions

1. Les suppléments fluorés ont une application limitée en tant que mesure de santé publique.
2. Dans les régions où la prévalence des caries est moyenne à faible, ces suppléments doivent être prescrits avec prudence et une dose de 0,5 mg de F^- par jour est recommandée pour les sujets à risque à partir de l'âge de 3 ans.

Tableau 1

Posologie actuellement adoptée au Royaume-Uni pour les suppléments fluorés, compte tenu de la teneur en fluorures de l'eau de boisson

Teneur en fluorures de l'eau de boisson (mg/litre)	Posologie (mg de F ⁻ par jour) par groupe d'âge		
	6 mois-2 ans	2-4 ans	4-16 ans
<0,3 mg/litre	0,25	0,50	1,00
0,3-0,7 mg/litre	0,00	0,25	0,50
>0,7 mg/litre	0,00	0,00	0,00

3. Dans les régions où les caries des dentures temporaire et définitive sont particulièrement préoccupantes, l'administration de suppléments fluorés peut commencer à l'âge de 6 mois, avec une posologie qui tienne compte de la teneur en fluorures de l'eau de boisson.
4. Les suppléments fluorés doivent être conditionnés dans des récipients ne pouvant être ouverts par les enfants. La quantité totale de fluorure de sodium contenue dans un récipient ne doit pas dépasser 120 mg.

11. **Dentifrices fluorés**

Des études sur l'efficacité de l'adjonction de fluorures à la pâte dentifrice sont effectuées depuis 1945 et portent sur des principes actifs extrêmement variés entrant dans la composition de diverses formules abrasives. Les fluorures et leurs combinaisons dont on a étudié l'action carioprotectrice après incorporation dans une pâte dentifrice sont le fluorure de sodium, le fluorophosphate acidulé, le fluorure d'étain, le monofluorophosphate de sodium et la fluoramine. Les résultats de plus de 100 essais consacrés à ces agents montrent que l'utilisation d'une pâte dentifrice fluorée réduit l'incidence de la carie dentaire. Avec l'expérience, on s'est aperçu que l'effet cariostatique des dentifrices fluorés utilisés tout au long de la vie par une population entière est beaucoup plus important que celui qui avait été signalé lors d'études cliniques d'une durée de deux à trois ans (en général environ 25%).

Parmi tous les moyens actuellement utilisés pour assurer un apport de fluor, l'emploi d'un dentifrice fluoré est certainement celui qui a été soumis aux essais cliniques les plus rigoureux. Beaucoup de ces essais ont été conçus selon les principes expérimentaux classiques. Ils montrent que, dans les pays où l'habitude de se brosser les dents est répandue, le dentifrice constitue un véhicule important pour l'application de fluorures sur les dents. Dans de nombreux pays, les dentifrices fluorés représentent

plus de 95% des ventes totales de dentifrices, de sorte que toute personne qui se brosse les dents est assurée d'en tirer les avantages d'une application topique de fluorures. Il apparaît de plus en plus évident que le déclin de la prévalence des caries constaté dans la plupart des pays industrialisés depuis 20 ans peut être attribué en grande partie à l'usage généralisé des dentifrices fluorés. Ceux-ci occupent une place importante parmi les «produits d'hygiène personnelle» d'un grand nombre de multinationales. Il s'agit d'un marché extrêmement concurrentiel, ce qui explique les efforts incessants consentis pour améliorer le goût et l'efficacité de ces produits. En outre, la publicité dont ils bénéficient a certainement contribué à répandre leur utilisation à travers le monde.

11.1 **Concentration en fluorures des dentifrices¹**

Conformément au principe pharmacologique selon lequel il convient d'utiliser la plus faible concentration possible d'une substance pour obtenir le maximum d'avantages sans effets secondaires négatifs, des études ont été entreprises afin d'étudier la relation dose-réponse pour différentes concentrations de fluorures dans les dentifrices, jusqu'à 2500 ppm. Les résultats donnent à penser qu'une augmentation de la concentration se traduit par une réduction plus importante de l'incidence des caries; ils semblent indiquer aussi que cette baisse est de l'ordre de 6% chaque fois que la concentration augmente de 500 ppm au-dessus de 1000 ppm. L'efficacité relative des dentifrices contenant moins de 500 ppm de fluorures n'a pas été établie. Il est intéressant de noter qu'en 1977, la Commission européenne a suggéré une limite supérieure de 1500 ppm de fluorures pour les dentifrices en vente libre.

11.2 **Coût des dentifrices fluorés**

Si les dentifrices fluorés constituent maintenant le véhicule le plus important au niveau mondial pour l'administration des fluorures, leur coût continue de faire obstacle à une utilisation généralisée dans beaucoup de communautés. Malheureusement, c'est souvent dans ces communautés que la fluoration de l'eau ou du sel est également impossible. La mise au point de dentifrices fluorés efficaces et d'un coût abordable est donc une priorité pour une grande partie du monde. De nouvelles formulations aux effets carioprotecteurs améliorés devraient être évaluées de façon critique tant du point de vue du coût que des avantages supplémentaires qu'elles peuvent procurer. Cela est particulièrement important lorsque le coût d'une nouvelle préparation est plus élevé que celui des dentifrices déjà disponibles. En outre, étant donné que l'utilisation de dentifrices fluorés constitue une mesure de santé publique, il serait dans l'intérêt bien compris des pays d'exempter ces produits des droits et taxes applicables aux cosmétiques.

¹ La concentration en fluorures des dentifrices est généralement exprimée en parties par million, 1000 ppm équivalant approximativement à 1 g/kg.

11.3 Dentifrices fluorés pour jeunes enfants

Des données récentes tendent à montrer que, dans les pays industrialisés, beaucoup d'enfants commencent très tôt à utiliser régulièrement des dentifrices fluorés, souvent avant l'âge d'un an, et qu'ils sont alors plus susceptibles d'ingérer une partie du dentifrice utilisé lors de chaque brossage. Les études ont montré que l'on observe un plus grand nombre de cas de fluorose très légère lorsque les dentifrices fluorés sont utilisés précocement, ce qui tend à confirmer l'hypothèse selon laquelle les nourrissons et les jeunes enfants avalent involontairement une fraction considérable du dentifrice qu'ils utilisent. Etant donné que la fluorose observée dans ces études se limitait à des manifestations très légères sans conséquences inesthétiques, il faudrait continuer d'encourager l'utilisation des dentifrices fluorés, même dans les communautés où la fluoration de l'eau ou du sel est pratiquée. Dans certains pays, on trouve sur le marché des dentifrices à faible teneur en fluor destinés aux jeunes enfants, mais l'efficacité carioprotectrice de ces produits n'a pas été établie. Par contre, la production de dentifrices à saveur de bonbon ou contenant plus de 1500 ppm de fluor destinés aux enfants n'est pas à conseiller, car elle pourrait entraîner une ingestion excessive de fluorures.

11.4 Formulation des dentifrices

Au cours des trente dernières années, des progrès considérables ont été réalisés dans la formulation des dentifrices fluorés, ce qui s'est traduit par une plus grande efficacité dans la prévention des caries. La mise au point d'arômes adaptés aux goûts des différentes cultures favorise l'acceptation des dentifrices dans les différentes régions du monde. (Mais l'observation précédente sur les saveurs de bonbons reste valable: il y a une différence entre une saveur acceptable et une saveur qui favorise l'ingestion.) Etant donné la concurrence qui règne sur le marché mondial des dentifrices fluorés, il est probable que la recherche et le développement vont se poursuivre dans ce domaine, avec pour corollaire une amélioration du potentiel carioprotecteur des produits. Du point de vue de la santé publique, il est essentiel que seuls les dentifrices dont l'efficacité a été confirmée par des essais cliniques bien conduits fassent l'objet d'une promotion.

11.5 Efficacité des dentifrices fluorés contre les caries des surfaces radiculaires

La grande majorité des essais effectués avec les dentifrices fluorés ont porté sur les caries coronaires chez les enfants et les adolescents, et l'on dispose de peu de renseignements concernant leur effet sur les caries des surfaces radiculaires chez l'adulte. Les résultats préliminaires des travaux effectués sur cette question sont prometteurs, mais une étude plus approfondie est indispensable.

11.6 Mode d'emploi des dentifrices fluorés

L'efficacité carioprotectrice des dentifrices fluorés dépend beaucoup de la façon dont ils sont utilisés. Cela n'a rien de surprenant étant donné que la fonction principale de ces produits est d'amener l'ion fluorure en contact avec l'émail et la dentine mise à nu des racines. Des études récentes ont montré que la fréquence d'utilisation d'un dentifrice fluoré est inversement liée à l'incidence des caries. On a constaté aussi qu'un rinçage complet de la bouche après le brossage favorise l'élimination des fluorures et peut réduire leur effet carioprotecteur. Des études ont également été menées pour tenter d'établir un lien entre l'efficacité et la quantité de dentifrice habituellement déposée sur la brosse, mais sans succès jusqu'à présent.

Dans certaines régions du monde, des programmes de brossage des dents avec un dentifrice fluoré ont été mis en place dans les écoles. Des programmes comportant l'application de fluorures à l'aide d'un bâtonnet frotte-dents (miswak) commencent aussi à être développés auprès de populations qui utilisent couramment ces bâtonnets pour se nettoyer les dents.

11.7 Conclusions

1. Tous les efforts doivent être faits pour mettre au point des dentifrices fluorés d'un prix abordable, afin d'en généraliser l'utilisation dans les pays en développement. Étant donné que l'utilisation des dentifrices fluorés constitue une mesure de santé publique, il serait dans l'intérêt bien compris des pays d'exempter ces produits des droits et taxes appliqués aux cosmétiques.
2. Les dentifrices à faible teneur en fluorures destinés spécialement aux enfants devraient faire l'objet d'études approfondies.
3. Il faudrait indiquer sur les tubes de dentifrices fluorés que les enfants de moins de six ans doivent être surveillés lorsqu'ils se brossent les dents et qu'une très petite quantité de dentifrice (moins de 5 mm) doit être placée sur la brosse ou le bâtonnet. La recherche sur les méthodes permettant de limiter la quantité de dentifrice placée sur la brosse (par exemple en réduisant le diamètre de l'orifice du tube et les dimensions de la brosse) devrait être encouragée.
4. L'utilisation de dentifrices à saveur de bonbon ou contenant 1500 ppm ou plus de fluorures par les enfants de moins de six ans ne devrait pas être encouragée.
5. L'efficacité des dentifrices fluorés contre les caries des surfaces radiculaires devrait faire l'objet d'un complément d'étude.
6. Chacun devrait être encouragé à se brosser les dents quotidiennement avec un dentifrice fluoré.
7. L'efficacité d'autres méthodes d'utilisation des dentifrices fluorés (comme les programmes de brossage des dents sous surveillance à l'école et l'emploi de bâtonnets frotte-dents) devrait être évaluée et leur adoption devrait être encouragée si les résultats sont concluants.

12. Applications topiques de fluorures

12.1 Applications topiques de gels et de solutions de fluorures par des professionnels

Les applications topiques de fluorures sont utilisées depuis près de 50 ans en dentisterie pour la prévention des caries. Les solutions ont été largement remplacées par des gels qui ont l'avantage de pouvoir être utilisés avec des porte-empreintes, ce qui permet de traiter la totalité de la bouche en une seule application. Si les fluorures à usage topique constituent un moyen précieux pour le traitement des patients, ils doivent être manipulés avec précaution.

Le tableau 2 indique, pour différentes formulations, la quantité de gel contenant la dose probablement toxique (DPT) pour un enfant de 10 ou 20 kg. Par définition, la DPT est la dose de fluorures dont l'ingestion justifie une intervention thérapeutique et une hospitalisation immédiates en raison d'un risque d'intoxication grave. Des directives concernant l'application topique des gels sont données à la suite du tableau 2.

L'application topique de fluorures par des professionnels n'est indiquée que chez les patients qui ont un score de caries modéré à élevé. Des essais cliniques ont confirmé l'efficacité anticariieuse d'un gel de fluorophosphate acidulé contenant 12 300 ppm de F^- , mais d'autres essais cliniques devraient être entrepris pour évaluer l'efficacité d'un gel de fluorure de sodium neutre à 20 000 ppm.

Les gels fluorés doivent être appliqués de préférence dans des porte-empreintes doublés de mousse qui doivent être laissés en contact avec les dents pendant 4 minutes. Les patients doivent s'abstenir de manger, de se rincer la bouche ou de boire pendant 30 minutes après l'application. L'application d'un gel de fluorophosphate acidulé par un professionnel à intervalles de 6 mois ou moins est recommandée pour les adultes à risque élevé de caries. Les prothèses en céramique, qui risquent d'être attaquées par les solutions et gels acides, doivent être protégées par une couche de vaseline avant l'application.

Certaines pâtes à polir utilisées par les professionnels contiennent 4000 à 20 000 ppm de fluorures. On ne dispose d'aucune donnée confirmant l'efficacité carioprotectrice d'une utilisation annuelle ou semi-annuelle de ces produits. Tant que leur effet préventif n'aura pas été démontré, ils doivent être utilisés avant tout pour le polissage des dents et ne doivent pas être considérés comme un moyen d'application topique de fluorures à titre prophylactique.

12.2 Gels fluorés pour auto-application

Il existe des gels fluorés qui peuvent être appliqués par le sujet lui-même. Ces gels contiennent du fluorure de sodium (5000 ppm de F^-), du fluorophosphate acidulé (5000 ppm de F^-) ou du fluorure stanneux (1000 ppm de F^-).

Tableau 2

Teneur en fluorures des gels et bains de bouche fluorés, comparée à la dose probablement toxique (DPT)^a

Produit	Teneur en fluorures ^b (ppm)	Quantité habituellement utilisée		Quantité (en ml) contenant la DPT pour:	
		Produit (ml)	Fluorures (mg)	un enfant de 10 kg	un enfant de 20 kg
Gel à 2,72% de NaF (fluorophosphate acidulé)	12 300	5	61,5	4	8
Gel à 0,40% de SnF ₂	970	1	1,0	50	100
Gel à 8,0% de SnF ₂	19 400	1	19,4	2,5	5
Bain de bouche à 0,05% de NaF	230	10	2,3	215	430
Bain de bouche à 0,2% de NaF	910	10	9,1	55	110

^a Le seuil correspondant à la dose probablement toxique (DPT) est de 5 mg/kg de poids corporel. En cas d'ingestion d'une quantité égale ou supérieure à ce seuil, le patient doit recevoir un traitement d'urgence et être hospitalisé. Le poids corporel moyen d'un enfant d'un an est d'environ 10 kg; celui d'un enfant de cinq à six ans est de 20 kg.

^b La concentration en fluorures des gels et bains de bouche est souvent indiquée en pourcentage ou en parties par million; par exemple, 1,23% = 12 300 ppm (= 12,3 g/kg).

D'après Whitford (15), avec l'autorisation de l'éditeur.

Directives pour les applications topiques de gels

Les gels fluorés à usage topique doivent être appliqués conformément aux directives ci-après, de façon à réduire autant que possible le risque d'ingestion:

1. Limiter la quantité de gel déposée dans les porte-empreintes à usage unique du commerce à 2 ml ou 40% de leur capacité.
2. Limiter la quantité de gel déposée dans les porte-empreintes fabriqués sur mesure à 5 à 10 gouttes.
3. Faire asseoir le patient en position droite avec la tête inclinée vers l'avant.
4. Utiliser un dispositif d'aspiration pendant toute la durée d'application du gel.
5. Demander au patient d'expectorer ou utiliser un extracteur de salive pendant 30 secondes après l'application du gel.
6. Tenir le récipient hors d'atteinte du patient.
7. Ne jamais laisser le patient sans surveillance.

Dans plusieurs pays européens, des gels contenant 12500 ppm de fluorures sont soit utilisés dans des programmes scolaires de brossage surveillé des dents (6 à 12 fois par an), soit recommandés pour une utilisation hebdomadaire à domicile, mais seulement à partir de l'âge de 8 ans. Toutefois, la concentration en fluorures des produits destinés à l'auto-application est généralement inférieure à celle des produits appliqués par les professionnels. Ces produits sont appliqués soit à l'aide d'un porte-empreintes, soit par brossage direct.

Ils sont particulièrement utiles pour deux catégories de patients hautement sensibles aux caries: a) ceux qui subissent un traitement orthodontique, et b) ceux qui présentent des caries diffuses provoquées par une xérostomie consécutive à une irradiation ou à un traitement médical prolongé de la tête et du cou.

12.3 Vernis fluorés

Les vernis fluorés, généralement appliqués à l'aide de petites brosses ou de seringues, ont fait la preuve de leur efficacité dans la prévention des caries. Ils sont maintenant largement acceptés en Asie et en Europe et leur emploi semble se développer dans l'ensemble du monde. Il est recommandé de les appliquer à intervalles de 3 à 6 mois, principalement chez les patients à risque élevé de caries. Leur usage ne présente aucune contre-indication.

12.4 Fluorures à libération lente

Deux techniques sont utilisées pour obtenir une libération lente de fluorures dans la bouche: l'incorporation des fluorures dans les matériaux de restauration dentaire et l'utilisation de dispositifs intra-buccaux. L'incorporation de fluorures dans des matériaux comme les amalgames, les ciments dentaires, les résines composites et les produits de scellement des cavités et fissures ne semble pas apporter d'avantages cliniques significatifs pour la prévention des caries. La libération des fluorures contenus dans ces matériaux ne dure que peu de temps, en produisant un effet de «salve», ce qui oblige à renouveler l'application très fréquemment.

Il semble que les ciments et les restaurations à base de verre ionomère libèrent les fluorures sur une plus longue période; dans ce cas, on a pu démontrer que des quantités significatives de fluorures étaient absorbées par l'émail et la dentine. Des études devraient être entreprises pour établir les avantages cliniques à long terme des ciments de verre ionomère.

Les dispositifs intra-buccaux actuellement en usage sont de deux types: à membrane de copolymère ou en verre fluoré. Des essais ont montré que la libération de fluorures par les dispositifs à membrane de copolymère s'étalait sur 30 à 180 jours et que la concentration de fluorures dans la salive restait élevée pendant 100 jours. Les dispositifs en verre fluoré

libèrent des éléments à l'état de trace sur une période d'au moins un an. Ces techniques pourraient jouer un rôle important dans la prévention ou le traitement des caries dentaires à l'avenir, mais on manque encore de données cliniques chez l'homme.

12.5 Bains de bouche fluorés

Au cours des dernières décennies, l'usage des bains de bouche fluorés est devenu l'une des méthodes de santé publique les plus utilisées pour la prévention des caries. Deux modes d'application ont été adoptés pour les programmes de soins individuels et les programmes scolaires. Le premier consiste à utiliser une solution à 0,05% de fluorure de sodium (230 ppm de F⁻) quotidiennement et le second une solution à 0,2% (900 ppm de F⁻) une fois par semaine ou par quinzaine; on parle parfois de méthode à faible concentration et haute fréquence pour le premier et de méthode à forte concentration et faible fréquence pour le second. Le tableau 2 présente le profil de sécurité des deux techniques. Les études menées dans les années 60 et 70 sur les bains de bouche fluorés ont donné des résultats uniformément favorables, la réduction de l'incidence des caries étant rarement inférieure à 20%. Les dentistes ont de bonnes raisons de continuer à recommander à leurs patients d'utiliser des bains de bouche fluorés à domicile, si le risque individuel de caries le justifie, quelle que soit la concentration de fluor dans l'eau de boisson. L'avantage est particulièrement net pour les patients présentant un risque accru de caries, par exemple en cas de traitement orthodontique ou de radiothérapie.

Les programmes d'utilisation des bains de bouche à l'école sont recommandés dans les communautés où l'apport de fluorures est faible et où la prévalence des caries est modérée à élevée. Par contre, ces programmes ne sont pas recommandés dans les communautés qui reçoivent une quantité optimale de fluorures. Le danger d'intoxication aiguë est pratiquement nul si les quantités prescrites ou habituelles de produit sont utilisées. Si le rinçage est fait correctement, la quantité de fluorures retenue et avalée est minime. Elle ne peut à elle seule être à l'origine d'une fluorose chez un enfant d'âge préscolaire, mais elle peut y contribuer, tout dépendant de la quantité totale ingérée quotidiennement. Les bains de bouche ne sont donc pas recommandés chez les enfants âgés de moins de 6 ans.

Maintenant que les adultes conservent davantage leurs dents, le risque de voir se développer des caries coronaires et radiculaires augmente. Les adultes chez lesquels le risque de caries est modéré à élevé peuvent utiliser à domicile des bains de bouche fluorés vendus dans le commerce. Il semble toutefois que l'on observe une tendance croissante à utiliser des bains de bouche comportant une base alcoolisée. Ces préparations sont coûteuses et l'emploi d'une base alcoolisée n'est nullement justifié, si ce n'est pour des raisons de goût et de facilité de préparation.

L'utilisation quotidienne et l'ingestion involontaire ou intentionnelle de bains de bouche à base d'alcool sont à déconseiller formellement.

12.6 Conclusions

1. L'application topique de fluorures par des professionnels ou leur auto-administration sont indiquées pour les personnes et les groupes chez lesquels la prévalence des caries est modérée à élevée et pour répondre à des besoins spéciaux, notamment dans les communautés où l'apport de fluor est faible.
2. Les vernis fluorés ont une efficacité anti-carieuse comparable à celle des autres formes topiques de fluorures et leur utilisation devrait être encouragée.
3. Il a été démontré que les ciments de verre ionomère assurent une présence continue de fluorures dans la cavité buccale et les recherches devraient se poursuivre dans ce domaine.
4. Dans les communautés où l'apport de fluorures est faible, des programmes d'utilisation de bains de bouche à l'école sont recommandés, mais leur adoption doit s'appuyer sur une étude du coût de mise en œuvre et de la prévalence des caries dans la communauté.
5. Les bains de bouche fluorés sont contre-indiqués chez les enfants de moins de 6 ans.

13. Exposition multiple aux fluorures

La plupart des essais cliniques concernant l'utilisation des fluorures pour la prévention des caries portent sur un produit unique. Or, dans de nombreuses régions du monde, l'exposition à de multiples sources de fluorures est la règle plutôt que l'exception. Ainsi, les habitants des régions où la fluoration est pratiquée se brossent les dents avec un dentifrice fluoré. D'autre part, tous ceux qui utilisent ces dentifrices peuvent absorber des quantités de fluorures significatives, mais généralement inconnues, par l'intermédiaire des aliments et des boissons.

L'exposition à des sources multiples de fluorures peut avoir des effets bénéfiques ou indésirables. Elle peut être bénéfique en faisant profiter les individus des différentes formes de protection qu'elles offrent contre la carie, mais elles peuvent aussi accroître le risque de fluorose. Certaines expositions multiples sont contrôlées. C'est le cas par exemple lorsqu'un dentiste applique un gel fluoré sur les dents d'un patient à risque élevé de caries et que celui-ci utilise un dentifrice fluoré. Mais d'autres sources d'exposition, comme les aliments et les boissons, ne le sont pas. Ce sont ces sources incontrôlées, et parfois insoupçonnées, d'exposition aux fluorures qui constituent le principal motif de préoccupation du point de vue de la santé publique. L'évaluation périodique de l'apport total de fluorures dans une population, jointe à la surveillance régulière de la

prévalence et de la gravité des fluoroses chez les enfants, permet aux responsables de la santé publique de déterminer si d'autres mesures s'imposent.

En général, l'utilisation de plusieurs formes de fluorures dans un programme de prévention des caries présente des avantages additionnels, mais parfois le rapport coût-efficacité est faible. Par exemple, dans le cas d'enfants chez lesquels la prévalence des caries est faible à modérée, qui boivent de l'eau fluorée et qui se brossent régulièrement les dents avec un dentifrice fluoré, si l'on introduit un programme d'administration de bains de bouche, le léger avantage supplémentaire obtenu risque de ne pas justifier le coût du programme. Par contre, un programme analogue aurait certainement un rapport coût-efficacité favorable s'il était appliqué à des enfants chez lesquels la prévalence des caries est élevée et qui ne sont exposés à aucune autre source de fluorures. Les responsables publics de la santé dentaire devraient connaître l'exposition totale aux fluorures dans la population avant de mettre en place un programme de prévention des caries par les fluorures. Le rapport coût-efficacité escompté de ces programmes doit être jugé en tenant compte de l'exposition aux fluorures de la population cible et de la prévalence des caries dans celle-ci.

13.1 **Conclusions**

1. L'exposition des jeunes enfants à des sources multiples de fluorures, qu'elle soit contrôlée ou non, peut avoir à la fois des effets bénéfiques en réduisant le nombre de caries et des effets indésirables en augmentant le risque de fluorose dentaire.
2. Avant de décider l'introduction de tout nouveau programme de prévention des caries par les fluorures, les responsables publics de la santé dentaire devraient tenir compte de l'exposition totale de la population à cet élément et évaluer soigneusement le rapport coût-efficacité de l'opération.

14. **Recommandations**

1. Il faudrait entreprendre une cartographie détaillée de la teneur en fluorures des sources existantes d'approvisionnement en eau, ainsi que des études hydrologiques montrant la circulation de l'eau et des relevés hydrogéochimiques dans les régions où la fluorose est endémique. Dans ces régions, les gouvernements devraient établir des directives précises concernant l'exploitation des eaux souterraines, afin d'éviter que des forages ne soient effectués dans les zones à forte teneur en fluorures.
2. Les pays possédant des industries qui rejettent des fluorures dans l'atmosphère ou des mines de minéraux riches en fluor devraient adopter et faire respecter des mesures de protection de l'environnement.

3. Les habitudes alimentaires qui accroissent le risque de surexposition des nourrissons et des jeunes enfants aux fluorures de toutes provenances devraient être identifiées et des mesures appropriées devraient être prises.
4. Des enquêtes devraient être menées périodiquement pour vérifier si la fluorose dentaire n'est pas en augmentation ou n'atteint pas des niveaux inacceptables. Des mesures consistant à modifier l'apport de fluorures par l'eau, le sel ou d'autres véhicules devraient être prises lorsque la fluorose est jugée excessive. Des marqueurs biologiques devraient être utilisés chaque fois que possible pour évaluer l'exposition aux fluorures, afin de prédire les risques futurs de fluorose.
5. Etant donné que les cas de fluorose dentaire inesthétiques sont endémiques dans certaines régions, il est recommandé d'entreprendre des recherches en vue de la mise au point de techniques de défluoruration partielle de l'eau d'un coût abordable pour les ménages et les collectivités.
6. L'efficacité de tous les programmes de prévention des caries devrait être évaluée périodiquement.
7. La fluoration des approvisionnements publics en eau est sûre et d'un bon rapport coût-efficacité; elle devrait être introduite de façon durable partout où elle est socialement acceptable et praticable. La concentration optimale de l'eau en fluorures se situe normalement dans la fourchette 0,5-1,0 mg/l.
8. La fluoration du sel, avec une concentration minimale de 200 mg de F^- par kg, devrait être envisagée lorsque la fluoration de l'eau n'est pas possible.
9. La fluoration du lait a donné des résultats encourageants, mais il est recommandé de poursuivre les études dans ce domaine.
10. Les comprimés et les gouttes de fluorures ont des applications limitées en santé publique. Dans les régions où la prévalence des caries est moyenne à faible, il convient d'adopter une politique prudente: une dose de 0,5 mg de F^- par jour devrait être prescrite aux sujets à risque à partir de l'âge de trois ans. Dans les zones à forte prévalence des caries, l'administration devrait commencer à l'âge de six mois, mais la posologie devrait tenir compte de la teneur en fluorures de l'eau de boisson.
11. Une seule forme d'administration de fluorures par voie générale devrait être adoptée à la fois.
12. Etant donné que les dentifrices fluorés constituent un moyen efficace de lutte contre la carie, tous les efforts devraient être faits pour mettre au point des produits d'un coût abordable pour les pays en développement. L'utilisation des dentifrices fluorés constituant une mesure de santé publique, il serait dans l'intérêt des pays d'exempter ces produits des droits et taxes appliqués aux cosmétiques.
13. Les tubes de dentifrice fluoré devraient porter une note précisant que le brossage des dents des enfants de moins de six ans doit se

faire sous surveillance, en déposant une très petite quantité (moins de 5 mm) de dentifrice sur la brosse ou le bâtonnet frotte-dents. L'efficacité carioprotectrice des dentifrices à faible teneur en fluorures destinés spécialement aux enfants devrait faire l'objet d'études complètes.

14. Les dentifrices fluorés à saveur de bonbon ou contenant 1500 ppm et plus de fluorures ne sont pas recommandés pour les enfants de moins de six ans.
15. Dans les régions où l'apport de fluorures est faible, des programmes de brossage des dents et d'administration de bains de bouche à l'école sont recommandés, mais la décision finale devrait être fondée sur le coût de mise en œuvre de tels programmes et sur la prévalence des caries dans la communauté. Les bains de bouche fluorés sont contre-indiqués pour les enfants de moins de six ans.
16. Il est recommandé de poursuivre les recherches sur l'efficacité des fluorures dans la prévention des caries des surfaces radiculaires.

Remerciements

Le Comité remercie tout particulièrement les personnalités dont les noms suivent pour les communications qu'elles lui ont soumises à la demande du Secrétariat ou pour leur participation à la réunion: Dr N. Beiruti, Démonstration OMS, Centre de formation et de recherche en santé bucco-dentaire, Damas, République arabe syrienne; Dr Bian Jin-You, Ecole de stomatologie, Université de Médecine de Beijing, Beijing, Chine; Professeur G. Goracci, Institut de dentisterie clinique, Université de Rome La Sapienza, Rome, Italie; Dr S. A. Hussein, Conseiller régional, Santé bucco-dentaire, Bureau régional de l'OMS pour la Méditerranée orientale, Alexandrie, Egypte; Dr E. N. Kikwili, Faculté de dentisterie, Collège des services de santé, Université Muhumbili, Dar-es-Salaam, République-Unie de Tanzanie; Professeur W. Künzel, Département de stomatologie préventive, Académie de Médecine d'Erfurt, Erfurt, Allemagne; Professeur P. A. Leous, Département de stomatologie thérapeutique, Institut médical de Minsk, Minsk, Bélarus.

Références

1. Murray J.J, Rugg-Gunn A.J, Jenkins G.N. *Fluorides in caries prevention*. Oxford, Wright, 1991.
2. Murray J.J. (sous la direction de) *Le bon usage des fluorures pour la santé de l'homme*. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1986.
3. *Fluor et fluorures*. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1985 (Critères d'hygiène de l'environnement 36).
4. National Health Council, Subcommittee on Health Effects of Ingested Fluoride. *Health effects of ingested fluoride*. Washington, DC, National Academy Press, 1993.
5. Menghini G.D. et al. Excrétion urinaire de fluorures chez des écoliers de Genève et Lausanne, en relation avec la fluoration du sel. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin*, 1989, 99:292-298.

6. **Obry-Musset A.M. et al.** Urinary fluoride excretion in children using potassium fluoride containing salt or sodium fluoride supplements. *Caries research*, 1992, 26:367–370.
7. **Gordon S.L., Corbin S.B.** Summary of workshop on drinking water fluoride influence on hip fracture on bone health [sic]. *Osteoporosis international*, 1992, 2:109–117.
8. **Knox E.G., Chairman.** *Fluoridation of water and cancer: a review of the epidemiological evidence. Report of the DHSS Working Party.* Londres, Her Majesty's Stationery Office, 1985.
9. *Review of fluoride: benefits and risks. Report of the Ad Hoc Subcommittee on Fluoride of the Committee to Coordinate Environmental Health and Related Programs, Public Health Service.* Washington, DC, Department of Health and Human Services, 1991.
10. *Strategies for improving methods of assessing fluoride accumulation in body fluids.* Bethesda, MD, National Institute of Dental Research, 1993.
11. **Dean H.T.** The investigation of physiological effects by the epidemiological method. In: Moulton R.F, ed. *Fluorine and dental health.* Washington, DC, American Association for the Advancement of Science, 1942:23–31.
12. *Enquêtes sur la santé bucco-dentaire: méthodes fondamentales; 3^e éd.,* Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1988 (4^e éd. en préparation).
13. **Menghini G.D. et al.** Kariesprävalenz und gingivale Entzündung bei Rekruten im Jahre 1985: Einfluss der Vorbeugung. (Prévalence des caries et inflammation gingivale chez des conscrits en 1985; effet des programmes de prévention.) *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin*, 1991, 101:1119–1126.
14. Intersalt Cooperative Research Group. Sodium-potassium, body mass, alcohol and blood pressure. The Intersalt study. *Journal of hypertension*, 1988, 6(Suppl. 4):5584–5586.
15. **Whitford G.M.** Acute and chronic fluoride toxicity. *Journal of dental research*, 1992, 1249–1254.

Organisation mondiale de la Santé Série de Rapports techniques

Rapports récents:

N°.

Fr. s.*

822	(1992) Comité OMS d'experts de la Standardisation biologique Quarante-deuxième rapport (86 pages)	12.-
823	(1992) Comité OMS d'experts des spécifications relatives aux préparations pharmaceutiques Trente-deuxième rapport (146 pages)	17.-
824	(1992) Comité OMS d'experts de la rage Huitième rapport (91 pages)	12.-
825	(1992) L'utilisation des médicaments essentiels Liste modèle des médicaments essentiels (Septième liste) Cinquième rapport du Comité OMS d'experts (iv + 83 pages)	10.-
826	(1992) Progrès récents en santé bucco-dentaire Rapport d'un Comité OMS d'experts (41 pages)	7.-
827	(1992) Rôle des centres de santé dans le développement des systèmes de santé des villes Rapport d'un Groupe d'étude de l'OMS sur les soins de santé primaires dans les zones urbaines (43 pages)	7.-
828	(1992) Evaluation de certains additifs alimentaires et de certains produits toxiques naturels Trente-neuvième rapport du Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (53 pages)	9.-
829	(1993) Evaluation des récentes réformes opérées dans le financement des services de santé Rapport d'un Groupe d'étude de l'OMS (v + 86 pages)	10.-
830	(1993) Lutte contre la schistosomiase Deuxième rapport du Comité OMS d'experts (99 pages)	12.-
831	(1993) Réadaptation après maladie cardio-vasculaire, eu égard plus spécialement aux pays en développement Rapport d'un Comité OMS d'experts (viii + 135 pages)	17.-
832	(1993) Evaluation des résidus de certains médicaments vétérinaires dans les aliments Quarantième rapport du Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (69 pages)	10.-
833	(1993) Promotion de la santé sur les lieux de travail: abus de l'alcool et des drogues Rapport d'un Comité OMS d'experts (v + 37 pages)	7.-
834	(1993) Comité OMS d'experts des spécifications relatives aux préparations pharmaceutiques Trente-troisième rapport (v + 31 pages)	7.-
835	(1993) Viellissement et capacité de travail Rapport d'un Groupe d'étude de l'OMS (vi + 55 pages)	10.-
836	(1993) Comité OMS d'experts de la pharmacodépendance Vingt-huitième rapport (vi + 48 pages)	10.-
837	(1993) Evaluation de certains additifs alimentaires et contaminants Quarante et unième rapport du Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (vi + 57 pages)	10.-
838	(1993) Pour une formation mieux adaptée des professionnels de la santé Rapport d'un groupe d'étude de l'OMS sur l'apprentissage par la résolution de problèmes des professionnels de la santé (iv + 32 pages)	8.-
839	(1993) Mise en œuvre de la stratégie mondiale de lutte antipaludique Rapport d'un groupe d'étude de l'OMS sur la mise en œuvre du plan mondial d'action pour la lutte contre le paludisme 1993-2000 (v + 67 pages)	10.-